Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. dent. Ewald Harndt

UNTERSUCHUNG DES DIMENSIONSVERHALTENS VON ZWÖLF ZAHNÄRZTLICH BENUTZTEN GUMMIELASTISCHEN ABDRUCKWERKSTOFFEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Bruno Fässler
aus Luzern/Schweiz

1970

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. dent. Ewald H a r n d t

---

UNTERSUCHUNG DES DIMENSIONSVERHALTENS VON ZWÖLF ZAHNÄRZTLICH BENUTZTEN GUMMIELASTISCHEN ABDRUCKWERKSTOFFEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Bruno Fässler
aus Luzern/Schweiz

Dekan:	Professor Dr. med. Herbert L a x
Referent:	Professor Dr. med. dent. Karl E i c h n e r
Korreferent:	Professor Dr. med. dent. Hermann K i r s t e n

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 28. Januar 1970

MEINEM VATER

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546511_0099

INHALTSVERZEICHNIS

Seite:

I. Einleitung 4

II. Allgemeiner Teil 6
Literaturübersicht 6

III. Spezieller Teil 16
1. Methodik 16
2. Vorversuche 24
3. Messergebnisse 28

IV. Diskussion 36

V. Zusammenfassung 42

Anhang

Tabellen ..... I - XII
Graphische Darstellungen ..... XIII - XXIV
Literaturverzeichnis ..... XXV - XXVII

UNTERSUCHUNG DES DIMENSIONSVERHALTENS VON ZWOELF ZAHNAERZTLICH BENUETZTEN GUMMIELASTISCHEN ABDRUCK-WERKSTOFFEN

I. EINLEITUNG

Gummielastische Abdruckwerkstoffe für zahnärztlichen Gebrauch sind seit einem guten Decennium im Handel. Dank der Vorteile, die sie im Vergleich mit andern Abdruckstoffen und speziell im Hinblick auf die Gussfüllungstechnik aufweisen, verdienen sie besonderes Interesse. Während beispielsweise die ebenfalls elastisch werdenden Alginate nur für Kieferabdrücke zu prothetischen Zwecken verwendet werden können und in der Gussfüllungstechnik die thermoplastischen Kompositionsmassen sich nur für das Einzelabdruckverfahren eignen, bieten die gummielastischen Abdruckstoffe ausgedehntere Verwendungsmöglichkeiten. Sie können sowohl in der Prothetik als auch in der konservierenden Behandlung gebraucht werden und erlauben namentlich in der Gussfüllungstechnik wesentliche Vereinfachungen, bzw. Reduktion der Arbeitsgänge. Aufgrund ihrer Abbildungsgenauigkeit, ihrer einfachen Verarbeitung und ihrer Elastizität im abgebundenen Zustand, kann über einen Kiefer oder zumindest einen Kieferquadranten mühelos ein Abdruck genommen werden, der Präparationen an mehreren Zähnen einschliesst.

In der Zahnheilkunde und in der zahnärztlichen Praxis interessiert nun, ob der Zeitgewinn durch reduzierte Arbeitsmethoden nicht auf Kosten der Qualität des Abdrucks und somit des End-

produktes geht. Weiterhin fragt sich, ob die gummielastischen Abdruckstoffe generell für Reihenabdrücke geeignet sind und, welche Fabrikate die günstigsten Resultate ergeben. Schliesslich ist auch wichtig, wie es sich mit der Haltbarkeit des abgebundenen Werkstoffes, resp. dessen Dimensionsbeständigkeit bei längerer zeitlicher Zurückstellung verhält. Diese Punkte zu prüfen, ist Aufgabe dieser Arbeit.

II. ALLGEMEINER TEIL

Literaturübersicht

"Wenn man sich ernstlich und zwar jahrzehntelang mit dem Fragenkomplex befasst und die Veröffentlichungen der Wissenschaftler und Praktiker ..... zu diesem Thema verfolgt, und wenn man dazu in der Lage ist, zahlreiche eigene experimentelle Arbeiten kritisch zu beurteilen, kann man nur zu dem Schluss kommen, dass extreme Forderungen an Dimensionsidentität unerfüllbar sind" (H e n n i c k e 8). An anderer Stelle schreibt der gleiche Autor: "Die Volumen- und Dimensionsänderung ist ein Axiom und als solches zu behandeln. Jeder Werkstoff unterliegt unter dem Vielerlei an Einflüssen sowohl bei der Verarbeitung wie auch am fertigen Objekt verschiedenartigen Dimensionsänderungen." Wenn dem so ist, dass überhaupt kein Werkstoff Dimensionskonstanz aufweist, so besteht notgedrungen die Forderung nach einer Prüfung jedes einzelnen Stoffes, die es erlaubt, die Resultate mit den praktischen Gegebenheiten in Beziehung zu bringen.

Die angepriesene Universalität durch Abformtreue, Elastizität, Volumen- und Dimensionskonstanz der Silikon- bzw. Polysulfidabformstoffe wurde seit ihrem Aufkommen bis zum heutigen Tag in einer Reihe von Arbeiten untersucht. Einerseits legten

Zahnärzte die mit Spiegel und Sonde festgestellten Ergebnisse nieder, anderseits wurden die Werkstoffe mehr oder weniger strengen experimentellen Prüfungen unterzogen. Der Praktiker mag durchaus in der Lage sein, sich aufgrund einer Vielzahl von klinischen Ergebnissen ein Urteil zu bilden, jedoch ist für eine Verallgemeinerung solcher Resultate Zurückhaltung am Platze, besonders wenn diese als negativ bewertet werden müssen. Als Beispiel mögen H a a c k e und W a n d e l t (6) zitiert werden, deren klinische Ergebnisse nach Abdrücken mit Lastic 55 derart ungenügend sind, dass sie die Brauchbarkeit des Stoffes in Abrede stellen. In ihrer Arbeit fehlen aber alle wünschenswerten Angaben über Arbeitsbedingungen, Verarbeitung der Masse, Abformmethode und Abdruckalter. Die gleichen Mängel zeigen sich auch in der Arbeit R e i c h h a r d t s (14), die ebenfalls wegen ungenügender Passgenauigkeit der in indirekter Methode unter Verwendung des gleichen Stoffes (und nur dieses einen) hergestellten Gussfüllung die Anwendung von gummielastischen Stoffen trotz Zeitgewinn und einfacher Handhabe nicht gerechtfertigt sieht. Zu einer positiven Bewertung der gummielastischen Stoffe veranlassen die Praxiserfahrungen S c h w a r z k o p f s (16). Sind seine guten Resultate davon abhängig, dass er die Abdruckstoffe unter optimalen Bedingungen zubereitete? Darüber gibt der Autor keinen Aufschluss.

Unter etwas präziseren Angaben legen P l a t h n e r und R i c h t e r (13) ihre klinischen Resultate dar. Immerhin prüf-

ten sie die Silikonabdruckstoffe von bestimmten Gesichtspunkten aus. Ihre Versuchsreihe erstreckte sich über hundert Patienten, an denen gezielt geprüft wurde, ob die erhaltenen Gusstücke den direkt hergestellten Gussfüllungen in ihrer Passgenauigkeit nachstehen und,ob das indirekte Verfahren einen Zeitgewinn darstellte. Den grössten Teil der Versuche konnten sie als erfolgreich bezeichnen. Von den auf klinischen Ergebnissen beruhenden Veröffentlichungen scheint der neuere Aufsatz von W u p p e r (21) über die Polysulfide Permlastic und Rubberjel in seinen Aussagen am zuverlässigsten. Der Autor legt dar, was aufgrund der chemischen und physikalischen Eigenschaften von den Stoffen zu erwarten ist und beschreibt die zeitliche und methodische Verarbeitung. Die Ergebnisse resultieren aus dem Vergleich zwischen den nach Silikon- und den nach Polysulfidpasten hergestellten Gussfüllungen.

Offensichtlich sind solche auf klinische Erfahrungen basierenden Urteile keine gewichtigen Beiträge für die Werkstofforschung, zumal dann nicht, wenn die Autoren vom Affekt der Enttäuschung oder Begeisterung veranlasst werden, ihr neuerworbenes Wissen weiterzuvermitteln. Anders wäre es natürlich, wenn der klinischen Auswertung eines oder mehrerer Stoffe die Erkenntnisse aus der werkstoffkundlichen experimentellen Untersuchung zugrundeliegen würden, wie das bei W u p p e r beispielsweise der Fall ist. Jedenfalls bestätigen die nur auf klinischer Erfahrung fussenden Arbeiten die Notwendigkeit einer

zweckmässigen experimentellen Werkstoffprüfung. Verschiedene Autoren haben diesen Weg zur besseren Kenntnis der gummielastischen Werkstoffe beschritten und sich dabei unterschiedlicher Prüfmethoden bedient.

Eine sehr gewissenhafte Untersuchung wurde noch in der Aufkommensperiode der Silikonmassen von dem arbeitstechnisch erfahrenen Werkstofforscher I 1 g (12) angelegt. Er prüfte mit einer optischen Messmethode zuerst die beiden Stoffe Sta-Seal und Lastic 55 im ungeformten, abgebundenen Zustand. Für die folgenden Untersuchsvarianten am nach zwei verschiedenen Prüfkörpern - einer stilisierten Vollkronenpräparation und einer stilisierten Gussfüllungskavität - geformten Material beschränkte er sich auf Lastic 55. Seine Resultate sind den aufwendigen Untersuchungen entsprechend vielfältig. Schlüsse können aber nur in bezug auf den einzigen geprüften Werkstoff gezogen werden, indessen für die Silikonabdruckmassen generell keine Aussagen, bestenfalls Mutmassungen möglich sind. Diese Tatsache entzog sich keineswegs der Kenntnis des Autors, dem schon im ersten Versuch die prinzipiellen Unterschiede im Dimensionsverhalten von Lastic 55 und Sta-Seal aufgefallen waren. Er stellte weiter fest, dass das Abdruckalter für die Brauchbarkeit von Lastic 55 in der indirekten Technik massgebend ist, dass das Material ein temperaturbedingtes Dimensionsverhalten aufweist, dass im Doppelabdruckverfahren die Kombination Kerr -

Compound - Lastic 55 schlechte Resultate zeigt und dass bei gleichmässiger geringer Schichtdicke der Silikonmasse im Kupferring, bzw. im Abdrucklöffel höhere Formtreue erzielt werden kann. Ein grosses Verdienst I l g s ist sicher auch in der Aufzeigung eines differenzierten methodischen Untersuchungsganges zu sehen, der für werkstoffkundliche Arbeiten an gummielastischen Materialien späterer Autoren anregend oder grundlegend war. So hat beispielsweise S c h w i n d l i n g (17), der in einer ersten Untersuchung das Dimensionsverhalten eines einzelnen Werkstoffes, dem Impressional (Fa. Bayer) prüft und in einer späteren Arbeit die Eigenschaften zweier weiterer Abdruckmassen festhält (18), diese Methoden I l g s benutzt. Er weicht methodisch von I l g insofern ab, als er nicht das abgebundene Material, sondern mit Feintastgerät das Hartgipsmodell misst und somit die Wechselwirkung, bzw. Ergänzungsmöglichkeiten von Abformmasse und Modellstoff abzuwägen vermag. Aus seinen Arbeiten ergeben sich für die Praxis wertvolle Schlussfolgerungen: Die Abdrucknahme mit Silikonmassen soll im individuellen Löffel bei möglichst geringer Schichtdicke - insbesondere bei Abformung einer Zahnreihe - , die Wahl des Modellstoffes mit Bedacht erfolgen. S t ü b e n (19) entwirft für seine Untersuche ein Modell, das zwei stilisierte MOD-Kavitätenpräparationen darstellt, welches auch in den späteren, in Zusammenarbeit mit H o p p e (20) durchgeführten Werkstoffprüfungen verwendet wurde. In

seiner ersten Arbeit experimentiert und bespricht er Doppelabdruckverfahren und Abdrucktechnik, in der zweiten Untersuchung gehen die Autoren im besonderen auf das Dimensionsverhalten von sechs gummielastischen Abdruckstoffen und zwei Alginaten ein. Die Abdrücke werden in dem von ihm definierten Procedere gewonnen, ausgegossen und die Längs-, Breiten- und Höhenmasse der Gipsform zu den Originalmassen des Stahlmodells in Beziehung gesetzt. Die Autoren stellen zum Schluss fest: "Die Abdruckgenauigkeit der Silikone ist recht zufriedenstellend und für die Kavitätenabformung zur Herstellung von Gussfüllungen voll ausreichend" (20). Als Orientierung für den Zahnarzt ist die Arbeit insoweit unzweckmässig, als das jeweilige Abdruckalter im Zeitpunkt des Ausgiessens unbekannt bleibt, es sei denn dieses Uebergehen bedeute, dass das Negativ unmittelbar nach Entfernung vom Modell ausgegossen wurde. Für die Gipsform darf man sicher voraussetzen, dass sie frühestens 24 Stunden nach Herstellung vermessen wurde. Um möglichst wenig von den Verhältnissen im Munde abweichen zu müssen, wählten A h r e n s und N a u j o k s (1) als Modell eine MOD-Kavität in einem extrahierten menschlichen Molaren und prüften aufgrund von drei verschiedenen Silikonabdrücken hergestellten Gussfüllungen auf ihre Passgenauigkeit. Sie massen die Spaltbreiten zwischen dem Kavitätenrand des Originals und dem Rand der Gussfüllung. Diese den Praxisverhältnissen angenäherte Untersuchungsmethode gibt natürlich nur indirekt Auskunft über

Abdruckstoffe. Allenfalls vermag sie ihre Brauchbarkeit zu bestätigen, wogegen bei Nichterfolg unter Umständen Fehlerquellen vorliegen könnten, die mit der Abdruckmasse nicht in Zusammenhang stehen. Aehnlich wie diese beiden Autoren ging R i e t h e (15) vor, indem auch er die Spaltbreiten zwischen dem Rand der in diesem Falle stilisierten Gussfüllungskavität und dem Gussfüllungsrand mass. Er verfolgte dabei die Absicht, die günstigste Kombination von Abdruckmasse und Ausgussmaterial festzustellen und testete zu diesem Zweck ein thermoplastisches Material, vier Silikone und fünf Modellgipsmassen. Zweihundertfünfzig Modelle wurden in dieser Untersuchung, die verhältnismässig wenige Resultate abwirft, angefertigt. Auch H a u (7) ordnet in seiner Dissertation dem Komplexgeschehen besondere Bedeutung zu. Er untersucht das chemische und physikalische Verhalten des Silikonabdruckstoffes Silone und des Modellwerkstoffes Ruwarex. Die Negative erhielt er von Kupferringabdrücken einer stilisierten Stufenkronenpräparation und mass sie 12 und 24 Stunden nach Abdrucknahme aus. Wenn die Ergebnisse aus dieser aufwendigen Arbeit auch gering erscheinen mögen, so besteht der Grund dafür in der Beschränkung auf zwei Prüfstoffe und zwei Testkörperalter. Vielfältig und aufschlussreich hingegen sind die Resultate von B a c h m a n n (2). Er misst neben Alginaten, Hydrocolloiden und thermoplastischen Massen, fünf Silikone, während den ersten zwei Stunden alle zehn Minuten, dann während sieben Tagen alle

vierundzwanzig Stunden. Alle Werkstoffe wurden in ungeformtem Zustand, auf einem Objektträger, im Löffel ohne Abdrucknahme und schliesslich nach Abdrucknahme untersucht. Das Modell besteht aus einer rechteckigen Grundplatte mit je einem Zylinder an den Schmalseiten und stellt so einen Kiefer mit zwei Molaren dar. In einer zweiten Versuchsanordnung prüft er die Stoffe im Komplexgeschehen und schliesslich auf ihre Tauglichkeit bei Abdrucknahme an Prüfkörpern mit untersichgehenden Stellen. Weniger umfangreich in der Versuchsanordnung sind B e r g m a n n und K ö r b e r (3). Dennoch ist ihre Arbeit wertvoll und für die Praxis von Bedeutung, weil sie sich mit der Massbeständigkeit neuerer Abdruckstoffe befassten. Von acht Doppelabdruckstoffen werden Abdrücke an einem rechteckigen Stahlkörper genommen und nach vierundzwanzig Stunden ausgegossen. Das Gipsmodell wird nach vier bis fünf Tagen in der Länge und in der Breite gemessen und zum Stahlkörper in Beziehung gebracht. Die Autoren bemerken zum Schluss ihrer Arbeit: "Es zeigten sich Abweichungen, die abhängig waren vom einzelnen Material, von der Form des Abdrucklöffels und von der Abdrucktechnik. Da ein Abdruckmaterial nur im Zusammenhang mit diesen Faktoren beurteilt werden kann, ist eine Qualitätsbewertung der einzelnen Materialien nach diesen Untersuchungen noch nicht möglich. Um die Vorteile der neuen Abdruckmaterialien voll ausnutzen zu können, sollten noch genauere Angaben für Verarbeitung und Abdrucktechnik erarbeitet werden." Ausserachtgelas-

sen wurde auch das Dimensionsverhalten der Stoffe in der Zeit. In der Praxis wäre es wünschenswert zu wissen, ob ein Abdruck bis zu seiner Weiterverarbeitung eventuell länger als einen Tag zurückgestellt werden kann.

Eine jüngere Arbeit stammt von F u c h s und K o b e s (5). Die Autoren wurden durch eine Praxisfeststellung veranlasst, experimentelle Untersuche anzustellen. Bei Reihenabdrücken für Kronen und Gussfüllungen passten durchwegs die mesialen und die distalen Kronen und Füllungen besser als die dazwischenliegenden. Diese Tatsache schrieben sie den unterschiedlichen Abflussmöglichkeiten zu und schufen nun zur Ueberprüfung zwei verschiedene Phantomkörper: a) eine Kunststoffplatte mit drei konischen Metallkörpern, b) ein Unterkiefermodell, dem nach Entfernung der Zähne 4, 5, 6, 7, 8 drei analoge Prüfkörper eingesetzt wurden. Mit vier Abdruckpasten wurden in drei verschiedenen Abdruckmethoden von beiden Modellen Abdrücke genommen und ein bis zwei Stunden nach Abbinden ausgegossen. Die Messungen wurden am Gipsmodell vorgenommen, wenn auch die längsovale Verformung des mittleren Stumpfes an sämtlichen Modellen schon von blossem Auge erkennbar war. Nachdem die verschiedenen Abflussmöglichkeiten für diese Abweichung vom Original nicht verantwortlich gemacht werden können, vermuten die Autoren den Grund im Verhältnis zwischen der Grösse des abgeformten Objekts und der Schicht-

dicke der Abdruckmasse im Löffel. Leider waren ihnen von I l g s Untersuchungen nur die ersten vier Folgen bekannt und S c h w i n d l i n g s Aufsatz (18) vom Jahre zuvor überhaupt nicht. S c h w i n d l i n g schreibt u.a.: "Unter der Voraussetzung, dass in einem fabrikfertigen Löffel bei der Abdrucknahme einer Zahnreihe verschieden dicke Abformschichten auftreten, müssen innerhalb des Arbeitsmodells zwangsläufig Verziehungen auftreten." Neustens erschien die Teilveröffentlichung einer Arbeit von H o f m a n n und L u d w i g (10): "Ueber das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturabdruckverfahren." Erstmals wurden bei Doppelabdruckstoffen die zähplastische und die niedrigvisköse Masse gesondert auf ihr Dimensionsverhalten geprüft. Dabei fanden auch unterschiedliche Abdrucktechniken und der Einfluss der Zeit auf die Formveränderung Berücksichtigung. Nachdem H o f m a n n schon in einer früheren Arbeit seine Erfahrungen mit den Abdruckstoffen Silaplast-Silasoft für den Korrekturabdruck dargelegt hatte (9) und auch damals der Shorehärte des Erstabdrucks und der Viskosität des Korrekturmaterials besondere Bedeutung beigemessen hatte, werden diesmal fünf verschiedene Kombinationen geprüft.

III. SPEZIELLER TEIL

1. Methodik

Prüfkörper

Wie oben erwähnt, soll in dieser Arbeit die Dimensionskonstanz nach bestimmten Zeitabschnitten untersucht werden. Um zuverlässige Messergebnisse zu erhalten, musste ein zweckmässiges Modell ausgedacht werden. Die Wahl fiel auf ein Messingmodell, das vier in einer Reihe liegende stilisierte MOD-Kavitäten darstellt und in den Massen den natürlichen Verhältnissen annähernd entspricht (Abb. 1). Die Horizontalflächen aller "Zahnwände" liegen in

Abb. 1 Messingmodell mit 4 stilisierten MOD-Kavitäten

einer Ebene und die "Zahninnen"- und "Aussenwände" verlaufen parallel; ebenso verhalten sich die Querwandungen zueinander, welche die Interdentalräume bilden. Da Messungen am abgebundenen Abdruckstoff vorgesehen waren und die zweidimensionale Messmethode als hinreichend erschien, wurden auf den Horizontalflächen der "Zahnwände" Messmarken in Form von pyramidenförmigen Eindrücken (Vickers-Eindrücke) eingeprägt, deren Spitzen als Bezugspunkte für die Messungen dienen sollten. Da als Messinstrument der Komparator verwendet werden musste, hatten die acht Messpunkte - je ein Messpunkt pro Horizontalfläche - in einer Geraden und in der Querverbindung auf gleicher Höhe zu liegen (Abb. 2). Diese Anordnung gewährte 16 Messungen pro Abdruck, vier Breitenmessungen und 12 Längsmessungen über die Kurz-, Mittel- und Gesamtlängen. Die Masse am Prüfkörper betrugen:

AB	12,0071	EF	11,9958	AE	5,9818
BC	11,5174	FG	11,5397	BF	6,0060
CD	11,9989	GH	12,0149	CG	6,0078
AC	23,5287	EG	23,5314	DH	6,0215
AD	35,5226	EH	35,5451		
BD	23,5110	FH	23,5439		

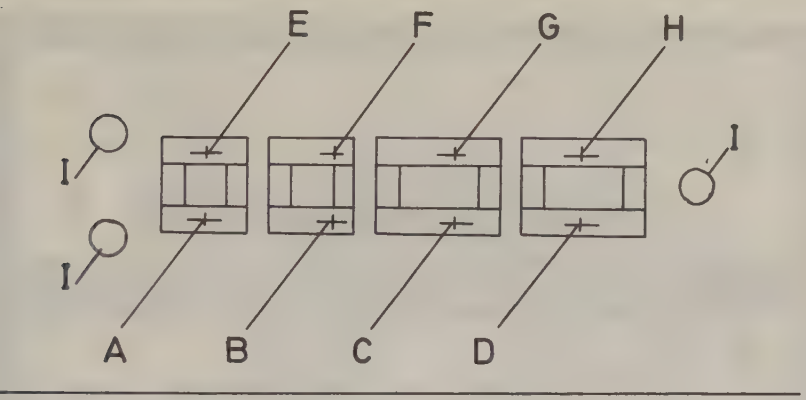


Abb. 2 zeigt die Anordnung der Messpunkte im Schema
I Führungsstifte

Die Form des nicht perforierten kastenförmigen Messinglöffels mit einer Wandstärke von 2 mm wurde dem Modell angepasst (Abb. 3a). Er ist in seinem Grundriss rechteckig und weist an den beiden Schmalseiten Messinglaschen auf. Diese bieten die Möglichkeit, den Löffel über drei Stifte an der Basisplatte des Modells zu stülpen, so dass er immer in die gleiche Position gebracht werden kann. Der Abstand vom Prüfkörper zum Löffel beträgt in allen drei Dimensionen 2 mm.

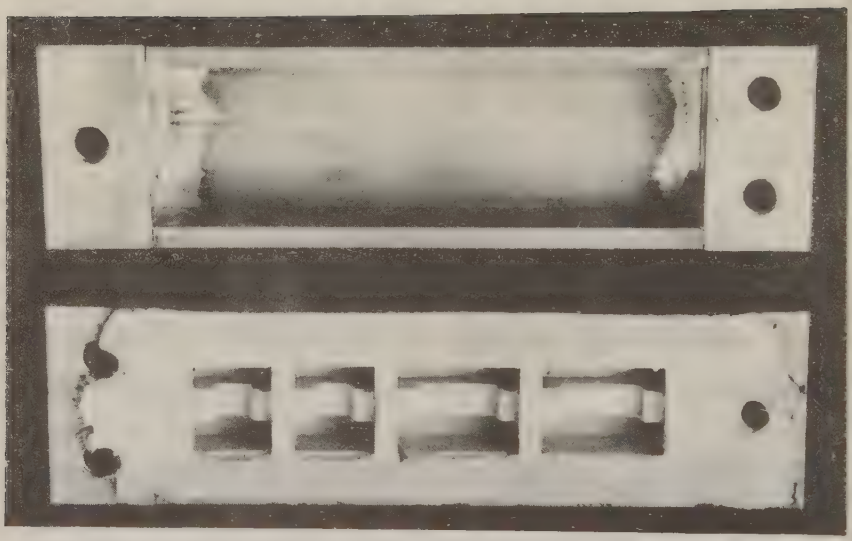


Abb. 3a (oben) Abdrucklöffel / Abb. 3b (unten) mit abgebundenem Abdruck

Messmethode

Um darüber Aufschluss zu bekommen, wie sich der abgebundene Werkstoff verhält, sollte der fertige Abdruck keinen mechanischen Einwirkungen ausgesetzt werden und im Messvorgang unberührt bleiben. So musste die Wahl auf eine optische Messapparatur fallen, die Streckenmessungen, in diesem Falle bis zu 35 mm zuliess. Diese Forderungen erfüllte der Komparator 200 der Firma Leitz, der von der Bundesanstalt für Materialprüfung (Berlin) (BAM) in einem Klimaraum von 20° Celsius und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 55° zur Verfügung gestellt wurde. Dieser

Komparator besteht aus Untergestell mit Wagen, Aufspanntisch, Perflektometer mit Lagerbock, Präzisionsmasstab mit Masstabhalterung und Ablesemikroskop für den Masstab (Abb. 4). Seine

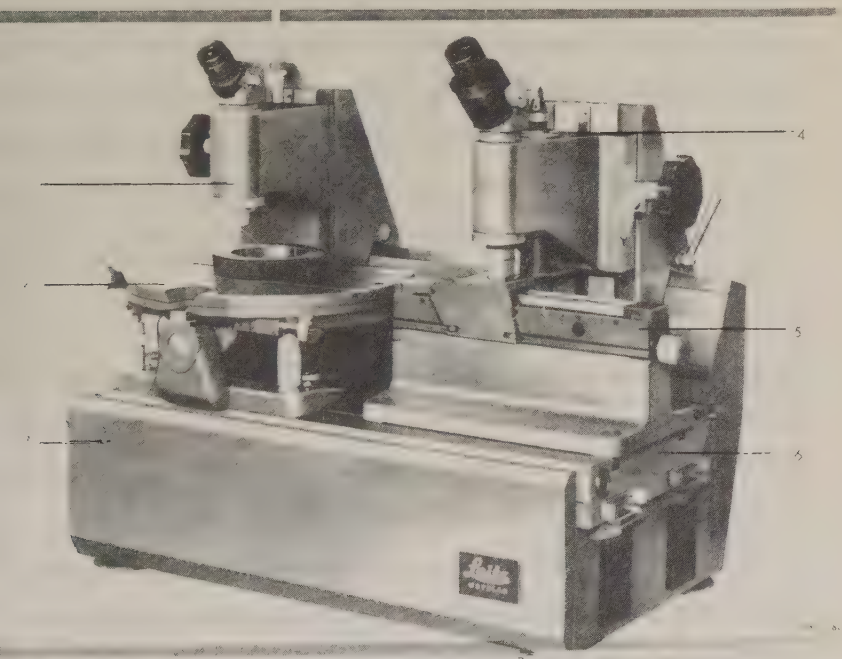


Abb. 4 Komparator mit Perflektometer[1]

1 Perflektometer
2 Aufspanntisch
3 Grundgestell
4 Ablesemikroskop für den Präzisionsmasstab
5 Masstabhalterung mit Präzisionsmasstab
6 Komparatorwagen

1 Das Perflektometer besteht aus zwei gegeneinander gerichteten Mikroskopen. Das untere projiziert ein Strichkreuz als Luftbild in die Objektebene, die in den Strahlengang gebrachte Messfläche spiegelt es in das obere Mikroskop. Dieses ist mit Doppelstrichen versehen, so dass das Strichkreuzbild eingefangen und die Messfläche festgelegt werden kann. Das Perflektometer kann aber nur bei Endmessungen oder durchsichtigen Objekten gebraucht werden, Bedingungen, die im vorliegenden Falle nicht erfüllt waren, weshalb nur mit Auflichtmikroskop gearbeitet wurde.

Messgenauigkeit hängt neben der Optik auch von mechanischen Faktoren ab. Durch Einhalten des Abbeschen Prinzips - Prüfstück und Masstab liegen in einer Achse - und durch die Anordnung der Lagerung am Kompensatorwagen werden die gerätebedingten Fehler erster Ordnung eliminiert. Genaue Führungen für den Komparatorwagen bewirken, dass auch die Fehler zweiter Ordnung (Kippfehler) den Messwert nicht beeinflussen. Da selbst der Präzisionsmasstab am Komparator eine mögliche Fehlerquelle darstellt, ist eine optisch mechanische Einrichtung vorhanden, die die systematischen Messfehler automatisch kompensiert.

Um die Vorteile der Apparatur ausnützen zu können, musste das Messobjekt richtig auf den Aufspanntisch gebracht werden. Damit die Messpunkte in dieselbe optische Ebene zu liegen kamen, wurde das Messobjekt vorerst mittels Planparallelrichter (Abb. 5) ausgerichtet und, um dem Abbeschen Prinzip zu genügen, die zu den Messtrecken parallel verlaufenden Modellkanten mit der Abszisse des Strichkreuzes in Deckung gebracht.
Nun kann die Pyramidenspitze eines Vickerspunktes auf die Ordinate des Strichkreuzes geführt und anschliessend der Zahlenwert im Messmikroskop abgelesen werden. Von dieser Ausgangslage wird der Komparatorwagen zum nächsten Vickerspunkt und somit auch der Masstab verschoben, dessen Teilung durch ein Objektiv in die Strichplattenebene des Feinmessokulars abgebildet und hier in tausend Teile unterteilt wird. Der Skalen-

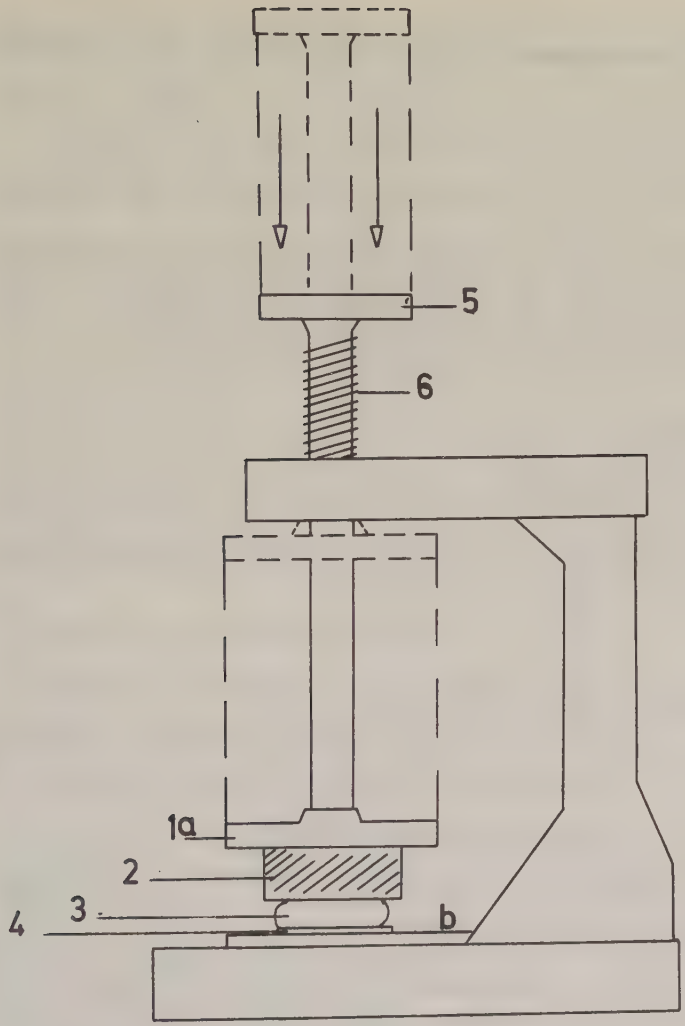


Abb. 5 Planparallelrichter
1a Stempel
b parallele Unterlagsplatte
2 Objekt
3 Kitt
4 Objektträger
5 Betätigungshebel
6 Rückschlagfeder

wert im Feinmessokular beträgt demnach 1 µm, bzw. 00005" (Rundteilung in 1d). Nun wird der zweite Wert abgelesen, der durch Subtraktion mit dem ersten Wert die Länge der von beiden Vickerspunkten begrenzten Strecke ermittelt. Es sei hier auf die Broschüre 82-9b der Firma Leitz für den Universalkomparator 200 verwiesen, wo in Abbildung 7 der Messvorgang am Komparator mit Perflektometer illustrativ erläutert ist.

Prüfstoffe

Es wurden 12 gummielastische und zwar sowohl ältere als auch neuere Stoffe geprüft und unter sich verglichen. Sie lassen sich folgendermassen aufteilen:

die Silikone: Lastic 55 (Kettenbach); Cardex-Super (Cardex); P-Sil (Dreve); Coltex (Coltène AG); Xirux (Woelm); Ektasil (Lederer & Habryka); Lastic-S-Zafo-Lastic (Kettenbach); Silasoft-Silaplast (Detax); Xantopren (Bayer);

die Polysulfide: Permlastic (Kerr); Rubberjel (Caulk Company);

der Polyäther: Impregum (Espe).

Mit jedem Stoff wurden 5 Abdrücke gemacht, die möglichst bald nach dem Abbinden vermessen wurden. Die Durchschnittswerte der 5 Abdrücke wurden zu den Massen des Phantomkörpers in Beziehung gebracht. Eine zweite Messung erfolgte nach 24 Stunden, eine letzte nach einem Monat nach Abdrucknahme. Es wurden demnach

insgesamt an 60 Abdrücken 2880 Messungen vorgenommen.

2. Vorversuche

Um bei den jeweils 5 Abdrücken eines Werkstoffes bei der Abdrucknahme gleiche Bedingungen einzuhalten, wurden alle zwölf Abdruckstoffe Vorversuchen unterzogen. Es wurde geprüft, ob die Herstellervorschriften für Anrühren, Abdrucktechnik und Abbindezeit auch bei Verhältnissen am Modell eingehalten werden können oder inwiefern eine Modifizierung des Verfahrens angezeigt erschien. Die Stoffe mögen kurz einzeln besprochen werden.

P e r m l a s t i c ist ein Doppelabdruckstoff, bestehend aus Haevy Bodied (weiss) und Light Bodied (weiss) mit den dazugehörenden Katalysatoren (braun).
Das Anrühren der Pasten geschieht nach Vorschrift der Firma (Doppelmischtechnik). Permlastic Light Bodied wurde mit dem Spatel in geringer Menge in die Kavitäten gestrichen, der Löffel mit Adhäsivlack bepinselt, mit Permlastic Haevy Bodied beschickt und hernach Abdruck genommen. Die Abbindezeit wird für Mundverhältnisse (37°C) mit 10 Minuten angegeben, auf dem Modell betrug sie bei Zimmertemperatur fast 20 Minuten. Die Abdrücke zeigten Luftblasen.

S i l a s o f t - S i l a p l a s t sind Doppelabdruckstoffe bestehend aus einer hochviskösen Masse + Katalysator (rosé) und einer niedrigviskösen Masse + Katalysator (farblos). Laut Firmaanweisung soll ein Erstabdruck mit Silaplast als Futter, dann ein Korrekturabdruck mit Silasoft genommen werden. Das richtige Anbringen des Abdrucklöffels am kantigen Modell war nur bei Verwendung geringer Menge Silaplast möglich, so dass aus dem Erstabdruck nichts anderes als ein individueller Löffel entstand. Die Interstitien mussten nachher mit Silasoft ausgefüllt werden, was gemäss der Anleitung nicht ganz im Sinne des Herstellers ist. Die Abbindungszeit war verlängert. Während des Anrührens zeigten sich Luftblasen; solche waren auch am abgebundenen Abdruck vorhanden.

L a s t i c - S - Z a f o - L a s t i c sind Doppelabdruckstoff Lastic-S ist niedrigviskös und Zafo-Lastic ist hochviskoser Stangenlastic. Die Katalysatoren sind flüssig (blau oder glasklar). Die Verarbeitung dieser Stoffe erfolgte wie bei Silasoft-Silaplast. Die Abbindezeit betrug 6 statt 3 Minuten.

R u b b e r j e l ist ein Doppelabdruckstoff, bestehend aus zwei Pasten: Thick (Tray) mit entsprechendem Catalyst for Tray und Thin (Syringe) mit entsprechendem Catalyst for Syringe. Der Löffel wurde mit Adhäsivstoff bestrichen. Die Syringe-Masse wurde mit einem Spatel in die Kavitäten gebracht und der mit Tray-Masse beschickte Löffel dem Modell aufgelegt.

X a n t o p r e n ist ebenfalls ein Doppelabdruckstoff, bestehend aus Xantopren grün und Xantopren blau. Beide Pasten werden mit Soft-Härter angerührt. Auch bei diesem Stoff wurde Adhäsivlack im Löffel verwendet. Die Abdrucknahme konnte nach Herstellervorschrift erfolgen. Die Abbindezeit dauerte etwas länger.

L a s t i c 55 ist mittelviskös. Der Katalysator ist gefärbt und dient als Farbindikator. Die Abbindezeit betrug 10 statt 3 Minuten. An den Stufenkanten wurden Blasen festgestellt.

I m p r e g u m ist ebenfalls mittelviskös. Der Katalysator dient als Farbindikator. Die Abbindezeit betrug 6 statt 3 Minuten. Der Abdruck liess sich im Vergleich zu den andern Stoffen auffallend leicht entfernen. Auch beim Impregum bildeten sich an den Kanten Luftblasen.

E k t a s i l ist eine mittelvisköse Paste, der dazugehörende Katalysator dient ebenfalls als Farbindikator. Die Abbindezeit ist auch bei diesem Stoff etwas verlängert. Der Löffel wurde mit Adhäsivlack bestrichen. Die Adhäsion des abgebundenen Abdrucks am Modell ist etwas stärker als beim Impregum.

C a r d e x - S u p e r ist eine knetbare hochvisköse Masse. Die Abdrucknahme am Modell musste mit starkem Druck erfolgen.

C o l t e x ist mittelviskös, der Katalysator dient als Farbindikator. Der abgebundene Abdruck liess sich gut vom Modell entfernen.

X i r u x ist mittelviskös (knetbar). Das Anrühren bereitete einige Schwierigkeiten. Vom Hersteller werden für das Misch-

verhältnis keine Angaben gemacht. Auch bei grösserer Katalysatormenge und tüchtigem Durchkneten während 1 bis 2 Minuten erfolgte der Abbindungsprozess nach einer Wartezeit von 8 Minuten unregelmässig. Die Oberfläche war grobkörnig.
P - S i l ist mittelviskös, der Katalysator dient als Farbindikator. Die Abbindezeit betrug 8 statt 3 Minuten. Auffällig war die starke Adhäsion am Modell.

Ausser bei Impregum, Cardex-Super, Coltex und Ektasil musste für alle geprüften Stoffe beim Entfernen des Abdrucks vom Modell starker Zug angewendet werden. Die Abbindezeit betrug bei sämtlichen Stoffen das Zwei- und Dreifache der in den Prospekten angegebenen Zeiten.

Des weiteren erwies sich in den Vorversuchen das Messen eines Abdrucks unmittelbar nach Abdrucknahme als unmöglich. Dadurch, dass an einem Abdruck 16 Messungen vorgenommen werden mussten, war der Zeitaufwand für die Einstellung des Objekts (Verstellen des Komparatorwagens, Feineinstellung des Messmikroskopes, Parallelverschiebung usw.) beträchtlich. Es musste somit für die erste Messung die Zeit von 30 Minuten bis 1 Stunde angegeben werden.

3. Messergebnisse

Als Messergebnisse pro Werkstoff gelten die Durchschnittswerte von 5 Abdrücken. Sie sind im Anhang, zusammen mit den linearen Abweichungen, deren Werte sich aus dem Vergleich der Durchschnittswerte mit den Modellmassen (vgl. S. 17) ergaben, tabellarisch zusammengestellt (S. I-XII). Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt anhand von Diagrammen, wobei die Messzeiten jeweils auf der logarithmischen Abszisse und die linearen Abweichungen in µ auf der nicht-logarithmischen Ordinate abgetragen wurden (S. XIII-XXIV).

Die Prüfung von P e r m l a s t i c ergab in der ersten Stunde eine Expansion der Breite (max. 22 µ) und eine Kontraktion der Länge (max. 40 µ). Die EH-Hälfte, in der Folge buccale Seite genannt, kontrahiert bis zur 24. Stunde, indessen die AD-Hälfte oder linguale Seite im Zeitraum von der ersten bis zur 24. Stunde expandiert und sich den Originalwerten annähert. (Es sei hierzu auf das Schema Seite 18 verwiesen.) Nach 24 Stunden beträgt die maximale Abweichung im positiven Bereich 8 µ, im negativen 25 µ. Nach 24 Stunden veränderte sich der Abdruck nicht mehr beträchtlich.

S i l a s o f t - S i l a p l a s t weist in der 1. Stunde eine allgemeine Kontraktion auf, die bis zur 24. Stunde anhält und auf der lingualen Seite am ausgeprägtesten ist. Die Abwei-

chungen sind nach 24 Stunden am grössten und betragen maximal +11 µ und -53 µ. Obwohl sich die grössten Abweichungen bis zu einem Monat beträchtlich zurückbilden, sind die Verhältnisse in der 1. Stunde am günstigsten.

Die maximalen Abweichungen von L a s t i c - S - Z a f o - L a s t i c betragen bei allen drei Zeitmessungen ca. ± 30 µ. Die grösste Veränderung weist die buccale Seite sowohl durch Expansion als durch Kontraktion von Teilstrecken auf; am originaltreuesten verhält sich die linguale Seite bis zur 24. Stunde. Das Verhalten des Stoffes ist im allgemeinen über die ganze Zeitspanne konstant.

Die linearen Abweichungen von R u b b e r j e l liegen mit einer Ausnahme in der Kontraktionshälfte, wobei die Werte der lingualen Seite den Originalwerten sehr nahekommen. In der 1. Stunde weist die Länge EH eine Kontraktion von 33 µ und die Breite AE eine Expansion von 17 µ auf - beides Streuwerte - , was als Verziehung gedeutet werden muss, umsomehr, als sich diese Abweichungen bis zur 24. Stunde leicht zurückbilden und AE in dieser Zeit als einzige Strecke kontrahiert. Nach der 24. Stunde weist dieser Stoff Dimensionskonstanz auf, d.h. der Abdruck bleibt kleiner als das Modell. Nach einem Monat beträgt die lineare Abweichung vom Streuwert abgesehen 16 µ.

X a n t o p r e n zeigt in der 1. Stunde das gleiche Kuriosum wie Rubberjel, nämlich die relativ starke Expansion von AE (28 µ). Die Abweichungen bewegen sich zwischen +14 µ und -17 µ

in der 1. Stunde. Danach treten keine nennenswerten Veränderungen mehr ein.

Die Längsabweichungen von L a s t i c 55 bewegen sich in der 1. Stunde zwischen +14 µ und -22 µ. Ausserordentlich verkleinert erscheint die Breite, bis zu 86 µ. Bis zur 24. Stunde wirken Normalisierungstendenzen, so dass nach 24 Stunden die maximale Expansion noch 4 µ und die maximale Kontraktion von zwei Breitenstreuwerten abgesehen, noch 29 µ beträgt. In der Zeitspanne von 24 Stunden bis zu einem Monat expandieren neben vorherrschender Konstanz einzelne Strecken weiter.

Die Werte von I m p r e g u m liegen in der 1. Stunde zwischen +17 µ und -22 µ, nach 24 Stunden zwischen +17 µ und -16 µ, nach einem Monat zwischen +4 µ und -32 µ. Die grösste Angleichung an die Originalverhältnisse besteht nach 24 Stunden, zumal es sich bei der positiven Abweichung um einen Streuwert handelt. Im ganzen gesehen erscheint der Abdruck im Vergleich zum Phantomkörper verkleinert und bleibt es auch nach einem Monat.

E k t a s i l zeichnet sich durch konstantes Verhalten aus. In der 1. Stunde betragen die maximalen Abweichungen +17 µ (Streuwert) und -14 µ, nach 24 Stunden +13 µ und -16 µ, nach einem Monat +11 µ und -16 µ.

C a r d e x - S u p e r ergibt in der 1. Stunde einen verkleinerten Abdruck. Die Werte bewegen sich zwischen -2 µ und -40 µ. Danach tritt eine Expansionstendenz ein, die bis zu einem Monat anhält, so dass die Abweichungsskala von -33 µ auf +23 µ läuft.

Wie bei Rubberjel und Xantopren verläuft in C o l t e x - Diagramm die AE-Linie mit einer Expansion von 32 µ ausserhalb des Komplexes. Alle andern Werte liegen im negativen Bereich und weisen Abweichungen bis zu -59 µ, -62 µ und -126 µ auf. Die buccale Seite ist dreimal stärker kontrahiert als die linguale. Bis zur 24. Stunde vermögen sich die Abweichungen beträchtlich zurückzubilden, nachher tritt Konstanz ein.

Bei X i r u x hat in der 1. Stunde die linguale Seite in den Einzelstrecken und im gesamten expandiert, die buccale Seite kontrahiert. Nachher tritt das Gegenteil ein: die linguale Seite schrumpft, die buccale dilatiert. Nach 24 Stunden verhält sich die linguale Seite konstant, wogegen die buccale wiederum kontrahiert, so dass nach einem Monat die ersten Werte wieder erreicht werden (max. -40 µ).

Auch bei P - S i l fällt das ungleiche Verhalten der beiden Längsseiten auf. Während die linguale Seite in ihrem Gesamtmass (AD) der Bezugsseite des Phantomkörpers entspricht, weist die buccale Seite in der 1. Stunde eine Schrumpfung von 32 µ auf. In der Folgezeit dehnt sich die buccale Seite etwas, so dass sich nach 24 Stunden eine Abweichungsskala von -17 µ bis +4 µ ergibt, von einem Streuwert abgesehen, nämlich +23 µ (+19 µ in der 1. Stunde) für AE. Dieser fällt bis zu einem Monat auf +6 µ hinunter, im übrigen ist der Stoff nach 24 Stunden dimensionskonstant. Die Abweichungen bewegen sich bei der letzter Messung zwischen +8 µ und -18 µ.

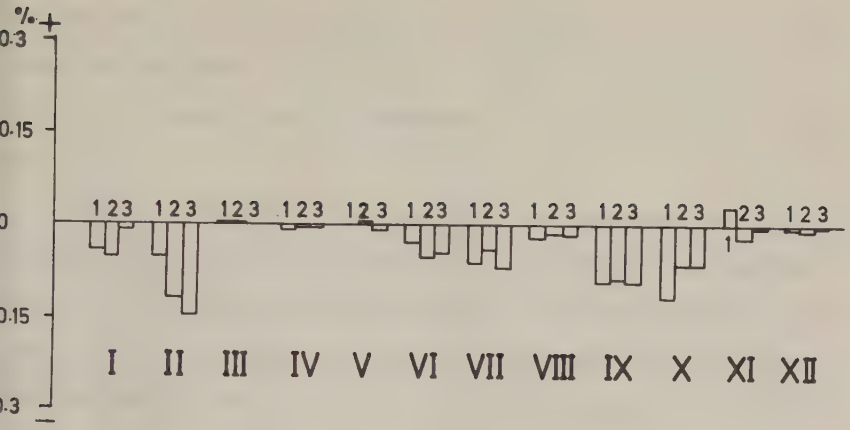


Abb. 6a zeigt die graphische Darstellung der Strecke AD (linguale Seite) der untersuchten Abformstoffe.

I	Permlastic	VII	Impregum
II	Silasoft-Silaplast	VIII	Ektasil
III	Lastic-S-Zafo-Lastic	IX	Cardex-Super
IV	Rubberjel	X	Coltex
V	Xantopren	XI	Xirux
VI	Lastic 55	XII	P-Sil

Der besseren Uebersicht wegen, vor allem um die Stoffe in einer Darstellung zusammenfassen und vergleichen zu können, wurden bestimmte Ergebnisse in Säulendiagrammen dargestellt. Auf der Mittelabszisse O sind die Zeitintervalle aufgezeichnet:

1 30' bis 1h
2 24h
3 1 Monat

Auf der Ordinate sind die linearen Abweichungen in % abgetragen. Der Längswert AD oder die linguale Seite ist im Vergleich zur Bezugsseite des Phantomkörpers mit wenigen oder geringen Aus-

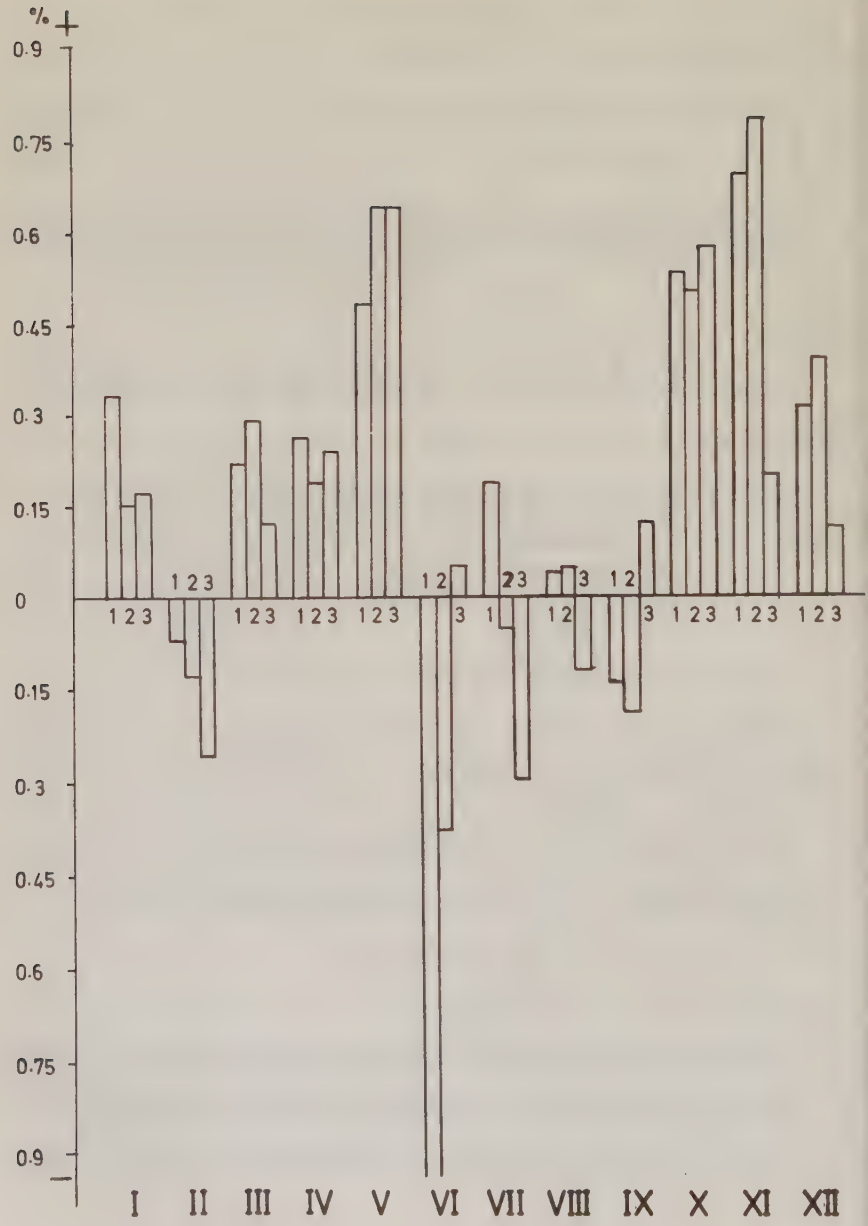


Abb.6b Zu Abb.6a analoge Darstellung der Breite AE

nahmen zu allen drei Zeitpunkten verkleinert. Das Diagramm zeigt auffallende Aehnlichkeit mit jenem von Abb. 7a, das die Durchschnittswerte der 12 Längsmessungen veranschaulicht.

In Abb. 6b zeigen Coltex, Xirux, P-Sil und Xantopren auffallende Dehnungen, Lastic 55 hingegen eine sehr starke Kontraktion, die sich aber vollständig zurückbildet. Die Einzelabdruckstoffe zeigen grössere Abweichungen als die Doppelabdruckstoffe (ausser Xantopren); das gleiche manifestiert sich auch in Abb. 7b. Hier zeigen Lastic 55 und P-Sil die grössten negativen Abweichungen, die besten Werte hat Ektasil in der 1. Stunde und nach einem

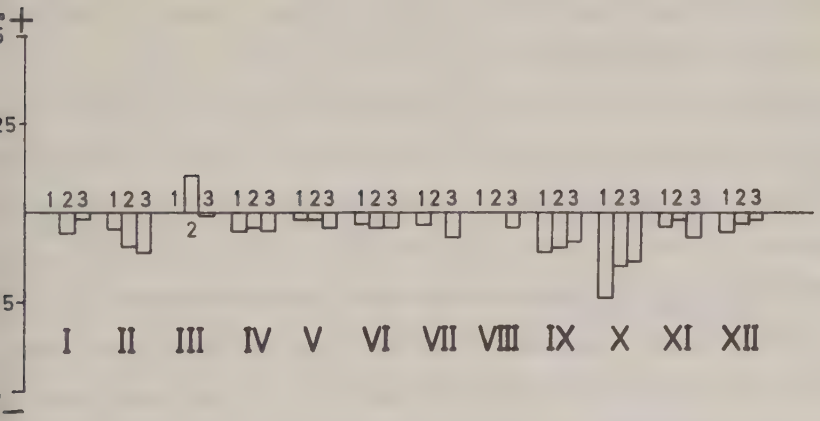


Abb. 7a zeigt die graphische Darstellung der Längendurchschnittswerte der untersuchten Abformstoffe.

I	Permlastic	VII	Impregum
II	Silasoft-Silaplast	VIII	Ektasil
III	Lastic-S-Zafo-Lastic	IX	Cardex-Super
IV	Rubberjel	X	Coltex
V	Xantopren	XI	Xirux
VI	Lastic 55	XII	P-Sil

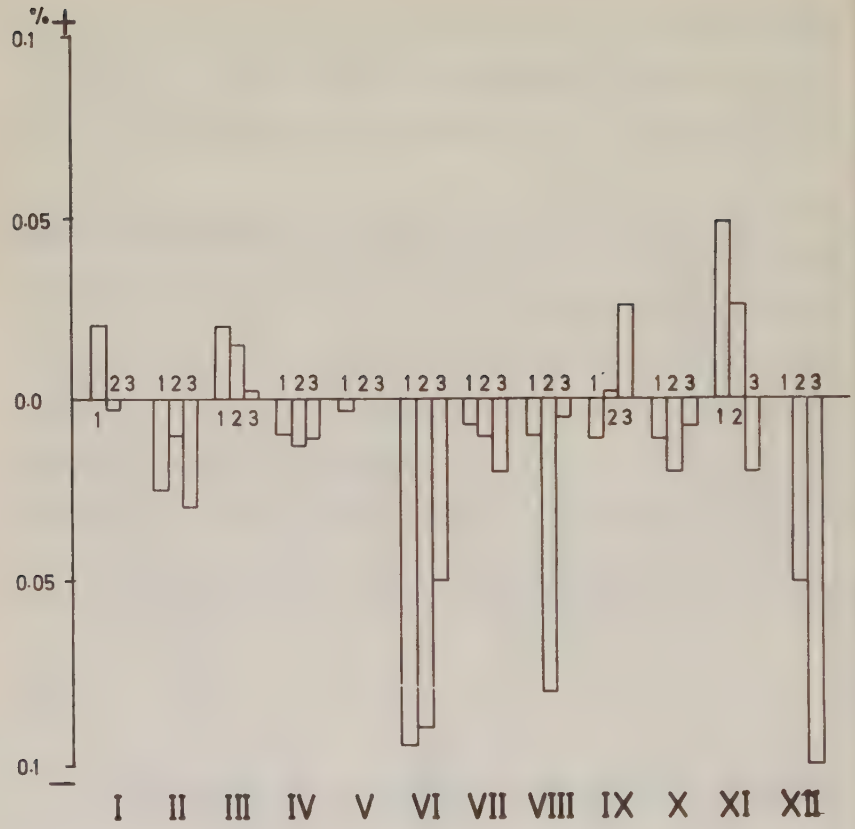


Abb.7b Zu Abb.7a analoge Darstellung der Breitendurchschnittswerte.

IV. DISKUSSION

Die Ergebnisse sind insofern einheitlich, als sämtliche Stoffe einen dem Bezugskörper gegenüber verkleinerten Abdruck ergaben. Die Doppelabdruckstoffe zeigten bedeutend bessere Resultate als die einfachen Abformstoffe. Die Polysulfide unterscheiden sich von den einfachen Silikonabformmassen im gleichen Masse wie die Doppelabdruckstoffe. Die Resultate von Doppelabdruckstoffen und Polysulfiden dürfen gleichbewertet werden. Dasselbe lässt sich vom Polyäther sagen.

Prozentual gesehen sind die Breitenabweichungen ungefähr doppelt so gross wie die Längenabweichungen bei den Doppelabdruckstoffen, den Polysulfiden und dem Polyäther. Bei den einfachen Silikonabformmassen betragen sie mitunter das Vielfache, wobei mit Ausnahme des P-Sil, das nach einem Monat die grösste Abweichung aufweist, die Abdruckwerte nach 24 Stunden eher den Originalwerten zustreben oder sich nicht mehr verändern. Bei einer Stichprobe, für die eine Gesamtlänge und eine perifere Querstrecke gewählt wurden, zeigten sich im Säulendiagramm folgende Verhältnisse: die graphische Darstellung der Einzellängen entspricht weitgehend dem Bild, das aus den Durchschnittswerten der Längsstrecken entstanden ist (vgl. Abb. 6a und 7a). Die analoge Darstellung der Breite hingegen hebt sich vom entsprechenden Diagramm aus dem Durchschnitts-

wert ab (vgl. Abb. 6b und 7b). Die grössten Streuungen wurden ebenfalls in den Breitenwerten festgestellt.

Die Abweichungen der Strecke AE und die Streuwerte überhaupt scheinen nicht auf materialeigenes Verhalten, sondern auf teilweise durch physikalische Eigenschaften bedingte Vorgänge bei der Abdrucknahme zurückzuführen sein. Es handelt sich zweifelsohne um Verzerrungen und Stauchungen des Abdrucks. Bei sämtlichen mittelviskösen Stoffen ergaben sich bei der Abdruckentfernung wegen starker Haftung am Modell Schwierigkeiten. Es musste kräftiger Zug angewendet, mitunter der Löffel an den Schmalseiten mit einem Spatel gelöst werden. Dadurch wurde das senkrechte, gleichmässige Abheben erschwert und die Parallelität der Kavitätenwände des Abdrucks beeinträchtigt. Bei Xirux lag die Schwierigkeit in der mangelnden Kontrollmöglichkeit beim Anmischen, woraus sich ungleichmässige Abbindung ergab. Das trifft, wenn auch in geringerem Masse, auf die andern hochviskösen Stoffe zu, beispielsweise auf Silaplast und Zafo-Lastic.

Haftlack im Löffel wurde bei den Stoffen verwendet, bei denen er von der Firma mitgeliefert wurde. Die Adhäsion am Löffel war nur unwesentlich besser. Die Qualität des Abdrucks wurde davon kaum beeinflusst.

Für Reihenabdrücke ungeeignet erwies sich Cardex-Super. Der hochvisköse Stoff verlangte für das in diesem Falle erforderliche Quantum einen übermässig starken Druck beim Anbringen des Löffels

Zum Gebrauch im Kupferring mag es sich eignen; es wird auch von der Firma zu diesem Zweck angeboten. Bei anderen hochviskösen Stoffen, wie Silaplast, Zafo-Lastic und Xirux fällt dasselbe nicht in Betracht, wenn sie als Erstabdruckmassen, vornehmlich in reduzierten Mengen, sozusagen zum Futterabdruck verwendet werden.

Die grössten Veränderungen ergaben sich in der ersten und bis zur 24. Stunde; danach verhielten sich die Stoffe in ihrem Dimensionsverhalten allgemein konstant. Im Zeitabschnitt zwischen der ersten und der zweiten Messung nahmen die Minuswerte im allgemeinen etwas ab, blieben jedoch im negativen Bereich. Das einheitlichste Bild weist der einfache Silikonabformstoff Ektasil auf (Abb. S. XVI). Die Messung nach einem Monat hatte keinen praktischen Sinn; es interessierte lediglich zu wissen, ob die Stoffe auf längere Sicht nicht unter die Normwerte abfallen. Kontraktionen, bzw. Expansionen, die sich in der Zeitspanne nach 24 Stunden und einem Monat darstellen liessen sind höchstwahrscheinlich innerhalb einer kürzeren Zeit nach der zweiten Messung erfolgt. I l g s (12) Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass bei zunehmendem Abdruckalter die Kontraktionen in ihrer Beständigkeit stark nachlassen. Wenn die Kontraktionen von der 1. auf die 12. Stunde um 42 µ zunahm, von der 12. auf die 24. Stunde noch um 15 µ, so nahm sie von der 48. zur 96. Stunde nur noch um 5 µ zu.

Sämtliche geprüften Stoffe, besonders wenn von Streuwerten, die mit Deformation durch mechanische Einflüsse in Zusammenhang gebracht werden müssen, abgesehen wird und man nur das materialeigene Verhalten betrachtet, sind für die Weiterverarbeitung tauglich. Ihre Werte bewegen sich in den Grenzen der erträglichen Abweichung. Die maximale lineare Abweichung beträgt 0,1% (Lastic 55; P-Sil). Die Hartgipse haben bekanntlich eine lineare Expansion von 0,1% bis 0,2%. Die Werte der geprüften Stoffe können durch gezielte Wahl des Modellwerkstoffes kompensiert werden.

Vergleiche zwischen den in dieser Arbeit ermittelten Resultaten und den Ergebnissen anderer Autoren stellen sich wegen der Vielfältigkeit und Verschiedenheit der Versuchsanordnungen als schwierig heraus.
In den Abdrücken mit Permlastic, Silaplast-Silasoft, Lastic-S-Zafo-Lastic, Xantopren, Lastic 55 und Impregum bildeten sich Bläschen. Es handelt sich bei den genannten Abformmassen um stark mit Füllstoffen und Geschmackskörpern angereicherte Materialien. Sowohl E f f i n g e r (4) als auch F u c h s und K o b e s (5) vermuten, dass Dimensionsänderungen solcher Stoffe weniger durch die Grundsubstanz als durch die unterschiedliche Reaktion der Füllkörper zustande kommen. F u c h s und K o b e s erklären Verformungen bei den genannten Doppelabdruckstoffen folgendermassen: "Bei Druckanwendung einer zweiten Korrekturabformung kann es zur Kompression etwaiger Lufteinschlüsse kommen, was

sich im entspannten Abdruck als Verwölbung manifestiert". Auch H a u (7) interpretierte die Blasenbildung als abdampfende organische Lösungsmittel und Parfumkörper.

Im Gegensatz zu A h r e n s und N a u j o k s (1) und zu I l g (12), die bei den Silikonen in der ersten Stunde eine Expansion feststellten, stimmen die vorliegenden Ergebnisse mit jenen B a c h m a n n s (2) überein: die Werte der 1. Stunde liegen in der Kontraktionshälfte. Die grössten Abweichungen vom Bezugskörper haben sich in dieser Zeit ergeben; daraus lässt sich schliessen, dass die durch Deformation hervorgerufenen Dimensionsänderungen bedeutender sind als die durch Kontraktion bei zeitlicher Zurückstellung entstandenen. Die gleichen Feststellungen machten auch H o u z a r und S i n d e l k a (11). Sie präzisieren, dass bei Silikonabformstoffen in der 1. Stunde 1/3 bis 1/2 der Gesamtabweichungen eintreten. Bei kürzeren Messtrecken registrierten sie eine Expansionstendenz; dies trifft auch in den vorliegenden Untersuchungen zu. Messungen von I l g (12), S c h w i n d l i n g (17/18) und E f f i n g e r (4) haben gezeigt, dass bei den gummielastischen Stoffen die lineare Kontraktion 4 bis 5 Tage nach der Abbindung, in der Luft aufbewahrt, nur ungefähr 0,1% beträgt. 0,1% war bei den hier untersuchten Stoffen die maximale lineare Abweichung, bei Lastic 55 in der 1. Stunde, bei P-Sil nach einem Monat.

A h r e n s und N a u j o k s (1) und W u p p e r (21) er zielten mit nach Polysulfidabdrücken (Permlastic, Rubberjel) hergestellten Gussfüllungen hohe Passgenauigkeit. Die Spaltbreiten lagen um ein Beträchtliches unter jenen, die bei nach einfachen Silikonabdrücken hergestellten Gussfüllungen gemessen wurden. Es sind dies Resultate, die auch die hier vorliegenden Ergebnisse zeigten.

Uebereinstimmend mit sämtlichen Autoren, die gummielastische Abformstoffe auf dem experimentellen Wege prüften, lässt sich sagen, dass das originaltreue Mass in keinem Abdruck existiert, dass sich jedoch die Abweichungen bei allen Stoffen innerhalb klinisch akzeptabler Grenzen bewegen, da sie in der Grössenordnung von $\pm$ 50 u liegen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden 12 gummielastische Abdruckstoffe (9 Silikone: Silasoft-Silaplast, Lastic-S-Zafo-Lastic, Xantopren, Lastic 55, Ektasil, Cardex-Super, Coltex, Xirux, P-Sil; 2 Polysulfide: Permlastic, Rubberjel; 1 Polyäther: (Impregum) anhand von Linearmessungen auf ihr Dimensionsverhalten nach Abdrucknahme und bei zeitlicher Zurückstellung untersucht. Als Modell und Bezugskörper dienten vier in einer Reihe liegende stilisierte MOD-Kavitäten. Die Abdrücke wurden in der 1. Stunde nach Abdrucknahme, nach 24 Stunden und nach einem Monat mit dem Komparator 200 der Firma Leitz gemessen.

Grundsätzlich wurde eine Verkleinerung der Abdrücke gegenüber dem Bezugskörper festgestellt, wobei die Breitenabweichungen um ein Beträchtliches über den Längsabweichungen liegen. Extreme Werte sprechen für eine Verformung durch Druck oder Zug. Deshalb und weil die ausgeprägteste Kontraktionsphase in der 1. Stunde liegt, konnten zu diesem Zeitpunkt die grössten Veränderungen festgestellt werden. Doppelabformstoffe, die Polysulfide und der Polyäther zeigten bessere Resultate als die einfachen Silikonabformmassen. Eine Ausnahme der Regel stellt Ektasil dar. Die Durchschnittswerte aller Stoffe bewegen sich innerhalb geringer, klinisch akzeptabler Grenzen.

P E R M L A S T I C

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0055	-0,0016	12,0060	-0,0011	12,0031	-0,0040
BC	11,5075	-0,0099	11,5126	-0,0048	11,5230	+0,0056
CD	11,9828	-0,0161	11,9870	-0,0019	11,9920	-0,0069
AC	23,5136	-0,0151	23,5180	-0,0107	23,5270	-0,0017
AD	35,4960	-0,0266	35,5056	-0,0170	35,5195	-0,0031
BD	23,4910	-0,0200	23,4998	-0,0112	23,5156	+0,0046
EF	12,0197	+0,0239	11,9994	+0,0036	11,9986	+0,0028
FG	11,5044	-0,0353	11,5156	-0,0241	11,5200	-0,0197
GH	11,9995	-0,0154	12,0050	-0,0099	12,0105	-0,0044
EG	23,5247	-0,0067	23,5170	-0,0136	23,5187	-0,0127
EH	35,5242	-0,0209	35,5194	-0,0257	35,5290	-0,0161
FH	23,5039	-0,0400	23,5220	-0,0201	23,5315	-0,0124
AE	6,0017	+0,0199	5,9906	+0,0088	5,9921	+0,0103
BF	6,0030	-0,0030	5,9995	-0,0065	5,9988	-0,0072
CG	6,0300	+0,0222	6,0090	+0,0012	6,0085	+0,0007
DH	6,0339	+0,0124	6,0115	-0,0100	6,0166	-0,0049

S I L A S O F T - S I L A P L A S T

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0083	+0,0012	11,9960	-0,0111	11,9893	-0,0178
BC	11,5205	+0,0031	11,4997	-0,0177	11,5146	-0,0028
CD	11,9995	+0,0006	11,9857	-0,0192	11,9845	-0,0164
AC	23,5118	-0,0169	23,4958	-0,0329	23,5239	-0,0048
AD	35,5052	-0,0174	35,4815	-0,0411	35,4686	-0,0540
BD	23,4961	-0,0149	23,4911	-0,0528	23,4793	-0,0317
EF	11,9918	-0,0040	11,9925	-0,0033	11,9849	-0,0109
FG	11,5341	-0,0056	11,5328	-0,0069	11,5064	-0,0333
GH	12,0045	-0,0104	12,0132	-0,0017	12,0162	+0,0013
EG	23,5262	-0,0052	23,5052	-0,0262	23,4953	-0,0361
EH	35,5302	-0,0149	35,5186	-0,0265	35,5114	-0,0337
FH	23,5174	-0,0345	23,5262	-0,0237	23,5223	-0,0216
AE	5,9775	-0,0043	5,9737	-0,0081	5,9657	-0,0161
BF	5,9807	-0,0253	6,0174	+0,0114	5,9747	-0,0313
CG	5,9891	-0,0187	5,9898	-0,0180	5,9923	-0,0155
DH	6,0102	-0,0113	6,0113	-0,0102	6,0089	-0,0126

L A S T I C-S-Z A F O - L A S T I C

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0006	-0,0065	12,0072	+0,0001	11,9782	-0,0289
BC	11,5190	+0,0016	11,5199	+0,0025	11,5180	+0,0006
CD	11,9940	-0,0049	11,9850	-0,0139	11,9782	-0,0206
AC	23,5190	+0,0103	23,5200	+0,0113	23,5204	+0,0227
AD	35,5136	+0,0010	35,5155	+0,0029	35,5122	-0,0004
BD	23,5130	+0,0026	23,5160	+0,0050	23,5132	+0,0022
EF	12,0261	+0,0303	12,0195	+0,0237	12,0132	+0,0164
FG	11,5128	-0,0269	11,5150	-0,0247	11,5106	-0,0291
GH	12,0112	-0,0037	12,0098	-0,0051	12,0032	-0,0117
EG	23,5399	+0,0085	23,5366	+0,0052	23,5288	-0,0026
EH	35,5501	+0,0050	35,5498	+0,0047	35,5377	-0,0084
FH	23,5240	-0,0299	23,5242	-0,0297	23,5201	-0,0338
AE	5,9950	+0,0132	5,9989	+0,0171	5,9888	+0,0070
BF	5,9996	-0,0064	5,9996	-0,0064	5,9978	-0,0082
CG	6,0346	+0,0248	6,0299	+0,0221	6,0132	+0,0060
DH	6,0356	+0,0141	6,0282	+0,0067	6,0216	+0,0001

R U B B E R J E L

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0064	-0,0007	12,0083	+0,0012	12,0031	-0,0040
BC	11,5171	-0,0003	11,5206	+0,0032	11,5182	+0,0008
CD	11,9895	-0,0094	11,9921	-0,0068	11,9930	-0,0059
AC	23,5241	-0,0046	23,5292	+0,0005	23,5203	-0,0084
AD	35,5196	-0,0030	35,5215	-0,0011	35,5121	-0,0105
BD	23,5071	-0,0039	23,5225	+0,0115	23,5115	+0,0005
EF	11,9825	-0,0123	11,9872	-0,0086	11,9915	-0,0043
FG	11,5289	-0,0108	11,5309	-0,0088	11,5295	-0,0102
GH	12,0026	-0,0123	12,0048	-0,0101	12,0006	-0,0143
EG	23,5125	-0,0189	23,5182	-0,0132	23,5226	-0,0088
EH	35,5120	-0,0331	35,5200	-0,0251	35,5216	-0,0235
FH	23,5215	-0,0224	23,5292	-0,0147	23,5271	-0,0168
AE	5,9979	+0,0161	5,9932	+0,0114	5,9962	+0,0144
BF	5,9878	-0,0182	5,9892	-0,0168	5,9910	-0,0150
CG	5,9948	-0,0130	5,9952	-0,0126	5,9963	-0,0115
DH	6,0122	-0,0093	6,0092	-0,0123	6,0086	-0,0129

X A N T O P R E N Bayer

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0060	-0,0011	12,0070	-0,0001	12,0031	-0,0040
BC	11,5280	+0,0106	11,5261	+0,0087	11,5260	+0,0086
CD	11,9970	-0,0019	11,9945	-0,0044	11,9921	-0,0068
AC	23,5235	-0,0052	23,5242	-0,0045	23,5270	-0,0017
AD	35,5221	-0,0005	35,5250	+0,0024	35,5190	-0,0036
BD	23,5252	+0,0142	23,5215	+0,0105	23,5185	+0,0075
EF	12,0030	+0,0072	11,9982	+0,0024	12,0003	+0,0045
FG	11,5380	-0,0017	11,5321	-0,0076	11,5301	-0,0096
GH	11,9880	-0,0169	11,9975	-0,0174	11,9908	-0,0241
EG	23,5312	-0,0002	23,5321	+0,0007	23,5310	-0,0004
EH	35,5290	-0,0161	35,5289	-0,0162	35,5221	-0,0230
FH	23,5265	-0.0174	23,5297	-0,0142	23,5209	-0,0230
AE	6,0106	+0,0288	6,0200	+0,0382	6,0202	+0,0384
BF	5,9920	-0,0140	6,0006	-0,0054	6,0007	-0,0053
CG	5,9965	-0,0113	5,9956	-0,0122	5,9977	-0,0101
DH	6,0100	-0,0115	5,9976	-0,0239	6,0000	-0,0215

L A S T I C 55

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0096	+0,0025	12,0004	+0,0046	12,0086	+0,0128
BC	11,5170	-0,0004	11,5321	-0,0076	11,5288	-0,0109
CD	11,9860	-0,0129	11,9940	-0,0209	11,9920	-0,0229
AC	23,5265	-0,0022	23,5320	+0,0006	23,5386	+0,0072
AD	35,5125	-0,0101	35,5253	-0,0198	35,5290	-0,0161
BD	23,5030	-0,0080	23,5206	-0,0233	23,5280	-0,0159
EF	12,0099	+0,0141	12,0066	-0,0005	12,0021	-0,0050
FG	11,5351	-0,0046	11,5160	-0,0014	11,5120	-0,0054
GH	11,9930	-0,0219	11,9937	-0,0052	11,9915	-0,0074
EG	23,5450	+0,0136	23,5233	-0,0054	23,5199	-0,0112
EH	35,5380	-0,0071	35,5151	-0,0075	35,5126	-0,0100
FH	23,5281	-0,0158	23,5090	-0,0180	23,5100	-0,0010
AE	5,9220	-0,0598	5,9630	-0,0228	5,9846	+0,0028
BF	5,9596	-0,0464	5,9776	-0,0294	5,9736	-0,0324
CG	5,9475	-0,0603	5,9506	-0,0572	5,9607	-0,0471
DH	5,9350	-0,0865	5,9600	-0,0615	5,9620	-0,0595

I M P R E G U M

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0065	-0,0006	12,0103	+0,0032	12,0027	-0,0044
BC	11,5059	-0,0115	11,5014	-0,0160	11,5046	-0,0128
CD	11,9954	-0,0035	11,9952	-0,0037	11,9812	-0,0177
AC	23,5121	-0,0166	23,5137	-0,0150	23,5092	-0,0195
AD	35,5098	-0,0228	35,5091	-0,0135	35,4961	-0,0265
BD	23,5034	-0,0076	23,4988	-0,0022	23,4915	-0,0195
EF	12,0128	+0,0170	11,9951	-0,0007	12,0000	+0,0042
FG	11,5208	-0,0189	11,5279	-0,0118	11,5124	-0,0273
GH	12,0090	-0,0059	12,0066	-0,0083	12,0001	-0,0148
EG	23,5377	+0,0063	23,5228	+0,0014	23,5130	-0,0194
EH	35,5467	+0,0016	35,5292	+0,0169	35,5130	-0,0321
FH	23,5261	-0,0178	23,5318	-0,0121	23,5130	-0,0309
AE	5,9934	+0,0116	5,9787	-0,0031	5,9640	-0,0178
BF	5,9875	-0,0185	5,9867	-0,0143	5,9810	-0,0250
CG	6,0058	-0,0020	6,0014	-0,0064	6,0053	-0,0025
DH	6,0092	-0,0123	6,0208	-0,0007	6,0251	+0,0036

E K T A S I L

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0033	-0,0038	12,0032	-0,0039	12,0005	-0,0066
BC	11,5205	+0,0031	11,5199	+0,0033	11,5246	+0,0072
CD	11,9902	-0,0087	11,9940	-0,0049	11,9924	-0,0035
AC	23,5238	-0,0049	23,5222	-0,0065	23,5251	-0,0036
AD	35,5140	-0,0086	35,5192	-0,0034	35,5175	-0,0051
BD	23,5107	-0,0003	23,5100	-0,0010	23,5170	+0,0060
EF	12,0130	+0,0172	12,0081	+0,0129	12,0037	+0,0079
FG	11,5322	-0,0075	11,5301	-0,0096	11,5315	-0,0082
GH	12,0028	-0,0131	12,0030	-0,0119	12,0028	-0,0121
EG	23,5452	+0,0141	23,5430	+0,0116	23,5352	+0,0038
EH	35,5480	+0,0029	35,5461	+0,0010	35,5380	-0,0071
FH	23,5350	-0,0089	23,5340	-0,0099	23,5343	-0,0096
AE	5,9840	+0,0022	5,9845	+0,0027	5,9745	-0,0073
BF	5,9963	-0,0097	5,9942	-0,0118	5,9900	-0,0160
CG	5,9941	-0,0137	5,9920	-0,0158	6,0194	+0,0116
DH	6,0190	-0,0025	6,0175	-0,0040	6,0210	-0,0005

C A R D E X

	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	11,9990	-0,0081	12,0006	-0,0065	12,0092	+0,0021
BC	11,5047	-0,0127	11,5026	-0,0148	11,5104	-0,0070
CD	11,9787	-0,0202	11,9855	-0,0134	11,9973	-0,0016
AC	23,5006	-0,0281	23,5033	-0,0054	23,5138	-0,0056
AD	35,4887	-0,0339	35,4907	-0,0319	35,5117	-0,0334
BD	23,5076	-0,0034	23,4907	-0,0313	23,5170	-0,0269
EF	11,9938	-0,0020	12,0071	+0,0113	12,0114	+0,0156
FG	11,5234	-0,0163	11,5153	-0,0274	11,5224	-0,0173
GH	11,9846	-0,0303	11,9834	-0,0315	11,9899	-0,0250
EG	23,5169	-0,0145	23,5261	-0,0053	23,5332	+0,0018
EH	35,5050	-0,0401	35,5106	-0,0355	35,5230	-0,0221
FH	23,5191	-0,0248	23,5096	-0,0343	23,5121	-0,0318
AE	5,9736	-0,0082	5,9707	-0,0111	5,9891	+0,0073
BF	5,9924	-0,0137	6,0013	-0,0047	6,0100	+0,0040
CG	6,0002	-0,0076	6,0114	+0,0036	6,0149	+0,0171
DH	6,0257	+0,0042	6,0374	+0,0159	6,0443	+0,0228

C O L T E X

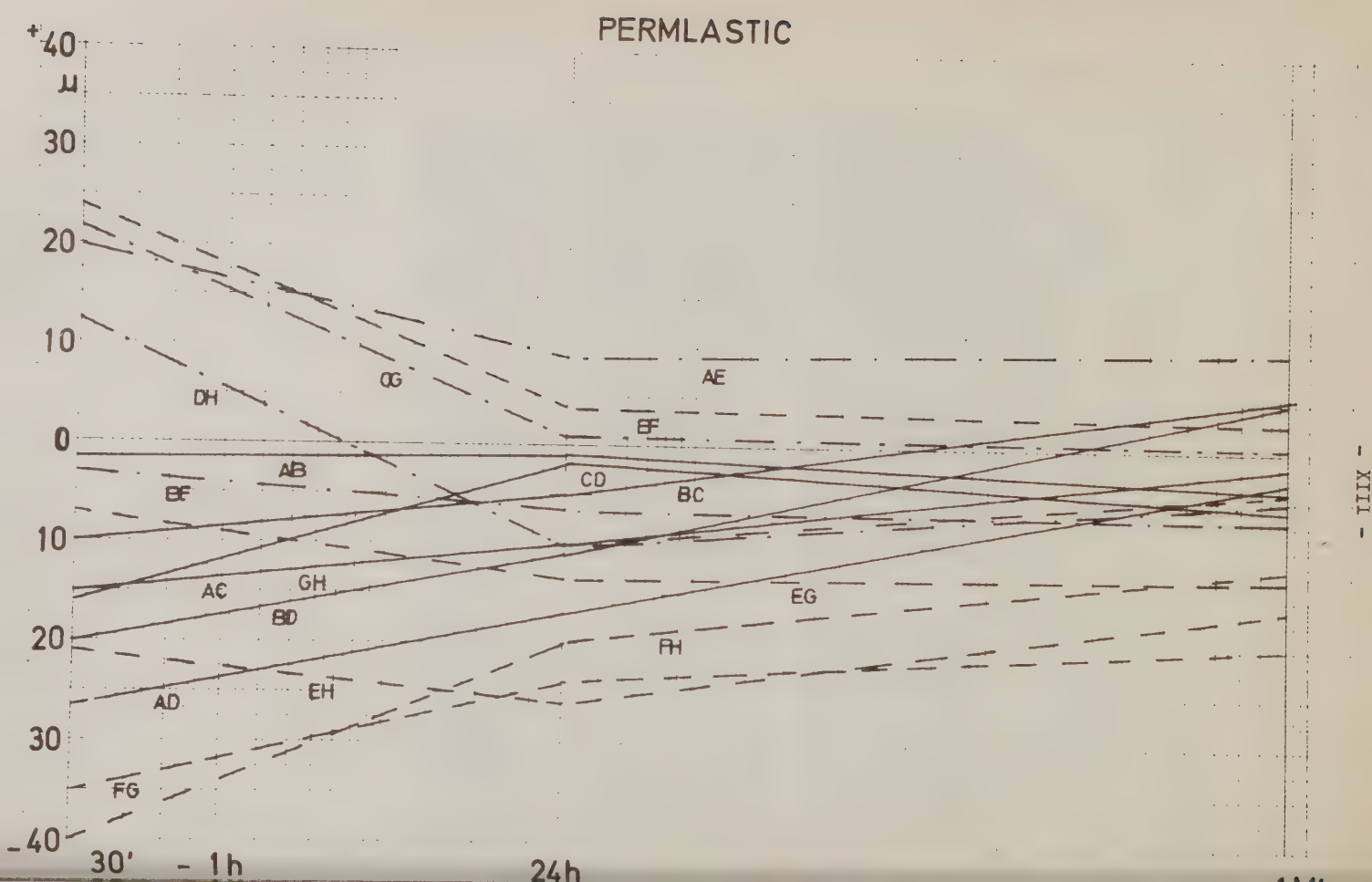
	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0036	-0,0035	12,0001	-0,0070	11,9988	-0,0083
BC	11,5032	-0,0142	11,5086	-0,0088	11,5102	-0,0072
CD	11,9722	-0,0267	11,9803	-0,0186	11,9810	-0,0179
AC	23,5006	-0,0281	23,5090	-0,0197	23,5190	-0,0097
AD	35,4810	-0,0416	35,4994	-0,0232	35,4990	-0,0236
BD	23,4806	-0,0304	23,4985	-0,0125	23,4925	-0,0185
EF	11,9586	-0,0372	11,9590	-0,0368	11,9570	-0,0388
FG	11,5086	-0,0311	11,5102	-0,0295	11,5132	-0,0265
GH	11,9525	-0,0624	11,9886	-0,0263	11,9902	-0,0247
EG	23,4720	-0,0594	23,4715	-0,0599	23,4720	-0,0594
EH	35,4186	-0,1265	35,4576	-0,0853	35,4672	-0,0779
FH	23,4706	-0,0733	23,4992	-0,0437	23,5041	-0,0398
AE	6,0138	+0,0320	6,0122	+0,0304	6,0160	+0,0342
BF	5,9931	-0,0129	5,9835	-0,0225	5,9921	-0,0139
CG	5,9705	-0,0373	5,9780	-0,0298	5,9872	-0,0206
DH	5,0125	-0,0090	6,0035	-0,0180	6,0051	-0,0139

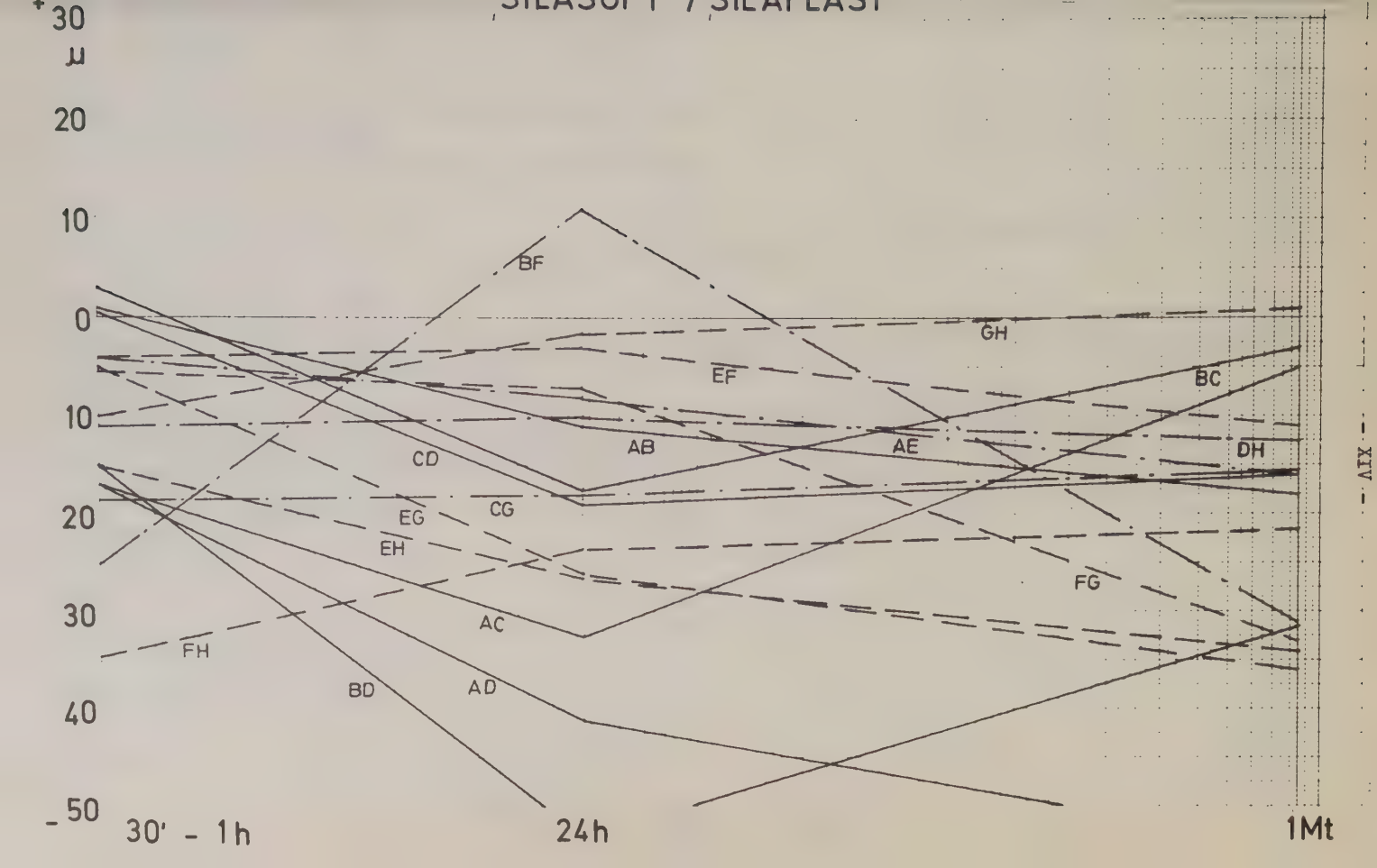
X I R U X

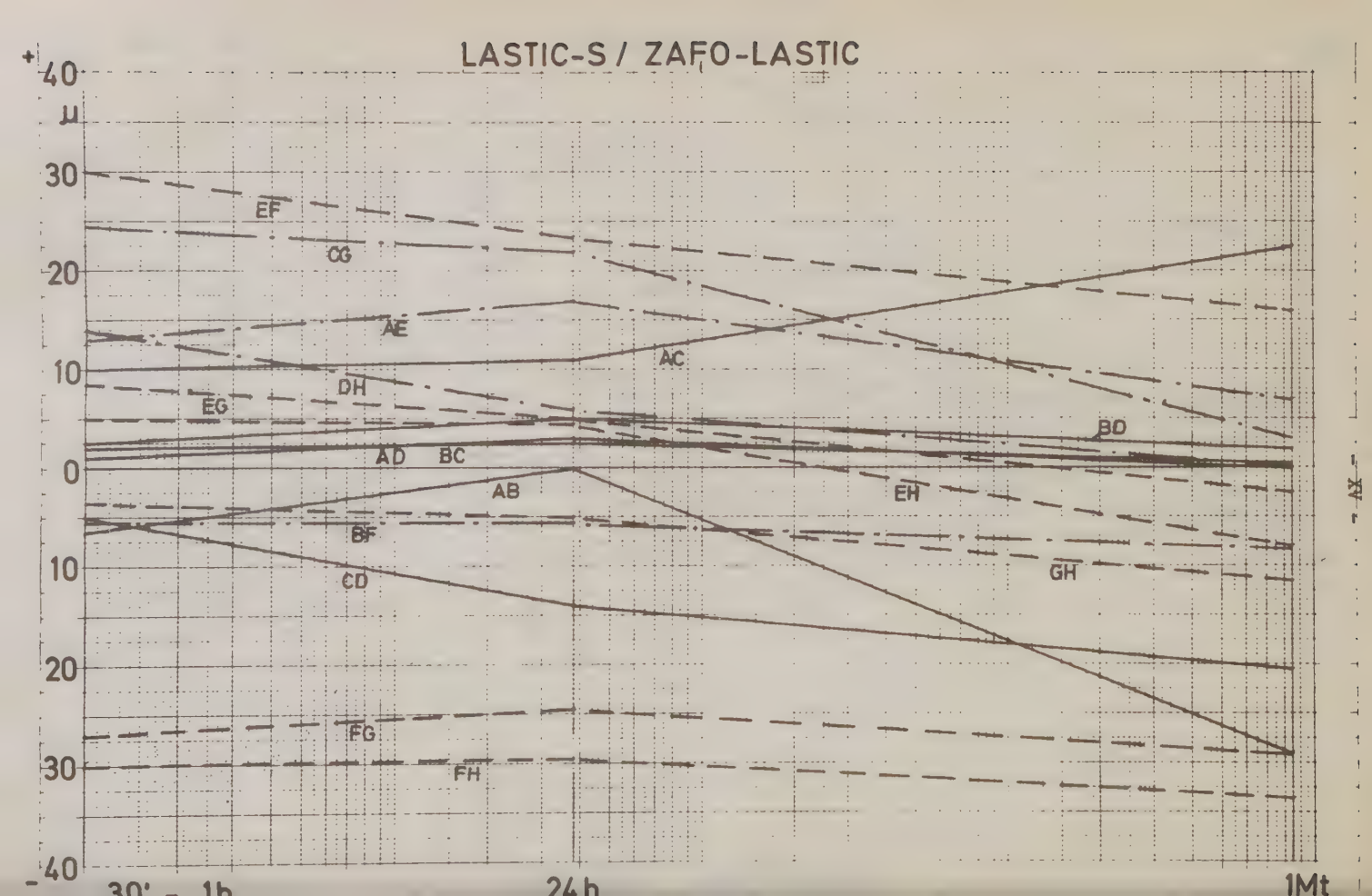
	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	12,0163	+0,0092	11,9984	-0,0087	11,9922	-0,0149
BC	11,5180	+0,0006	11,5226	+0,0052	11,5240	+0,0066
CD	12,0100	+0,0111	11,9946	-0,0043	11,9822	-0,0167
AC	23,5340	+0,0053	23,5194	-0,0093	23,5116	-0,0171
AD	35,5342	+0,0116	35,5150	-0,0076	35,5211	-0,0015
BD	23,5180	+0,0070	23,5171	+0,0061	23,5113	+0,0003
EF	11,9860	-0,0098	11,9866	-0,0092	11,9911	-0,0047
FG	11,5140	-0,0257	11,5245	-0,0152	11,5124	-0,0273
GH	12,0030	-0,0119	12,0321	+0,0172	11,9998	-0,0251
EG	23,5006	-0,0208	23,5110	-0,0204	23,5110	-0,0204
EH	35,5030	-0,0421	35,5421	-0,0030	35,5041	-0,0410
FH	23,5176	-0,0263	23,5554	+0,0115	23,5118	-0,0321
AE	6,0230	+0,0412	6,0290	+0,0472	6,0112	+0,0194
BF	6,0425	+0,0365	6,0455	+0,0395	5,9942	-0,0118
CG	6,0325	+0,0247	5,9915	-0,0163	5,9820	-0,0258
DH	6,0050	-0,0165	6,0032	-0,0183	6,0012	-0,0203

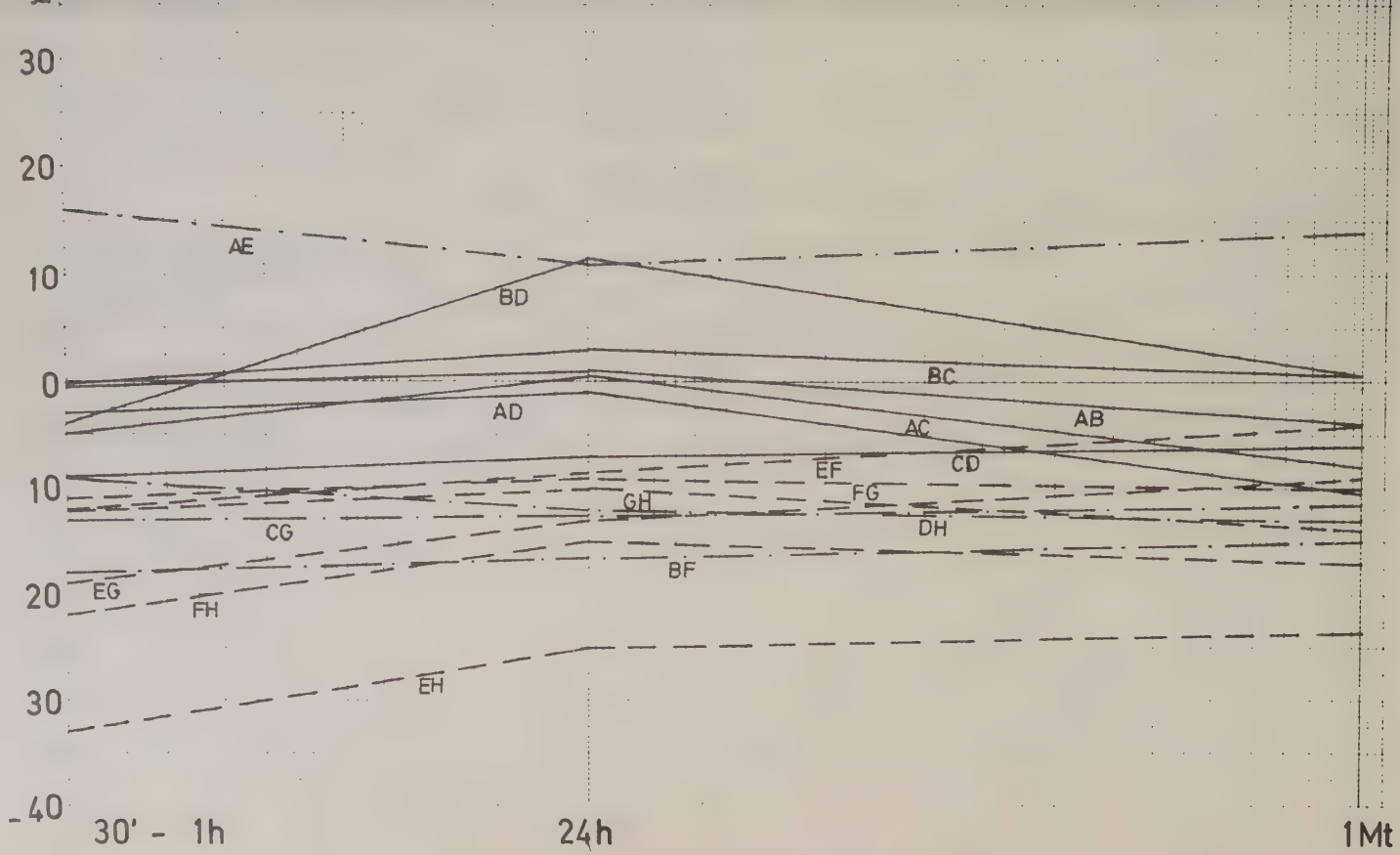
P - S I L

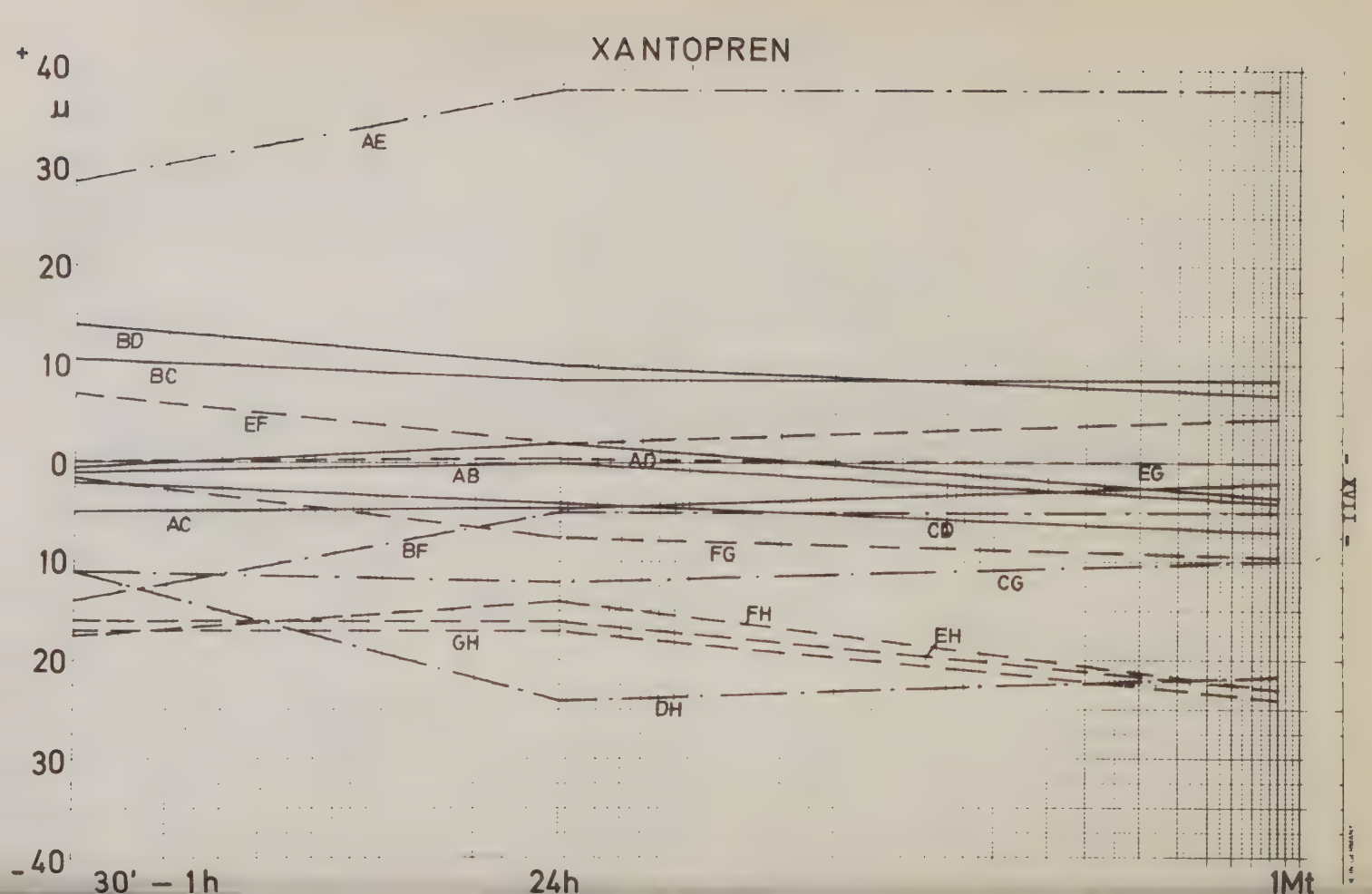
	1h		24h		1Mt	
	L	D	L	D	L	D
AB	11,9987	-0,0084	12,0033	-0,0038	12,0060	-0,0011
BC	11,5180	+0,0006	11,5130	-0,0044	11,5200	+0,0026
CD	12,0035	+0,0046	12,0020	+0,0031	11,9992	+0,0003
AC	23,5168	-0,0129	23,5171	-0,0116	23,5268	-0,0019
AD	35,5224	-0,0002	35,5185	-0,0041	35,5230	+0,0004
BD	23,5215	+0,0005	23,5156	+0,0046	23,5196	+0,0086
EF	11,9892	-0,0066	11,9906	-0,0052	11,9912	-0,0046
FG	11,5285	-0,0112	11,5315	-0,0082	11,5296	-0,0101
GH	12,0015	-0,0134	12,0086	-0,0063	12,0056	-0,0093
EG	23,5196	-0,0118	23,5226	-0,0088	23,5210	-0,0104
EH	35,5124	-0,0327	35,5295	-0,0156	35,5271	-0,0180
FH	23,5306	-0,0133	23,5406	-0,0033	23,5356	-0,0083
AE	6,0106	+0,0188	6,0055	+0,0237	5,9920	+0,0062
BF	5,9980	-0,0120	5,9940	-0,0120	5,9964	-0,0096
CG	5,9870	-0,0208	5,9906	-0,0172	5,9912	-0,0166
DH	6,0108	+0,0107	6,0155	-0,0060	6,0171	-0,0044

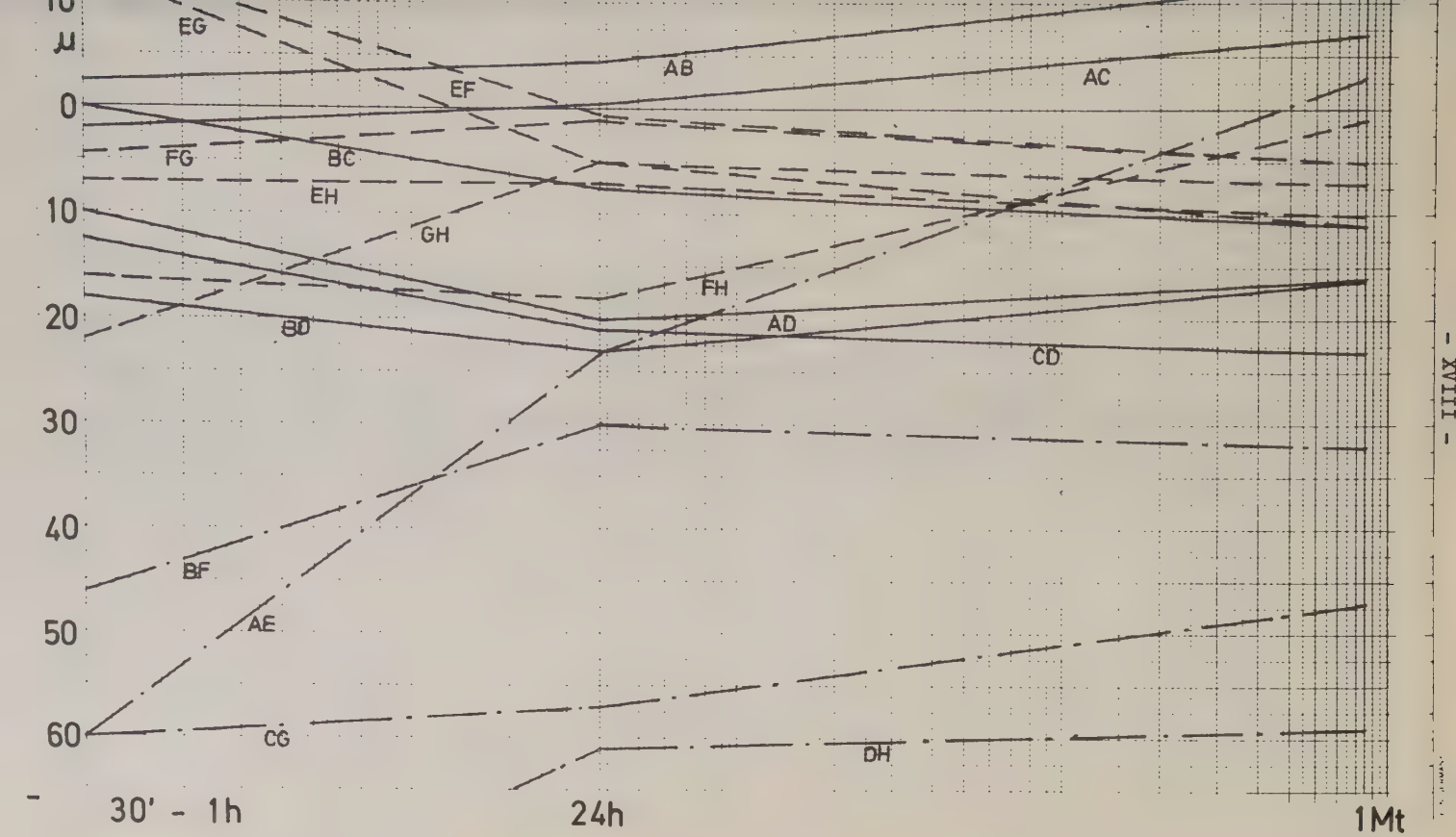

PERMLASTIC
+40
μ
30
20
10
0
10
20
30
-40
DH
OG
AE
BF
AB
BF
CD
BC
AC
GH
BD
EG
FH
AD
EH
FG
30'
- 1h
24h

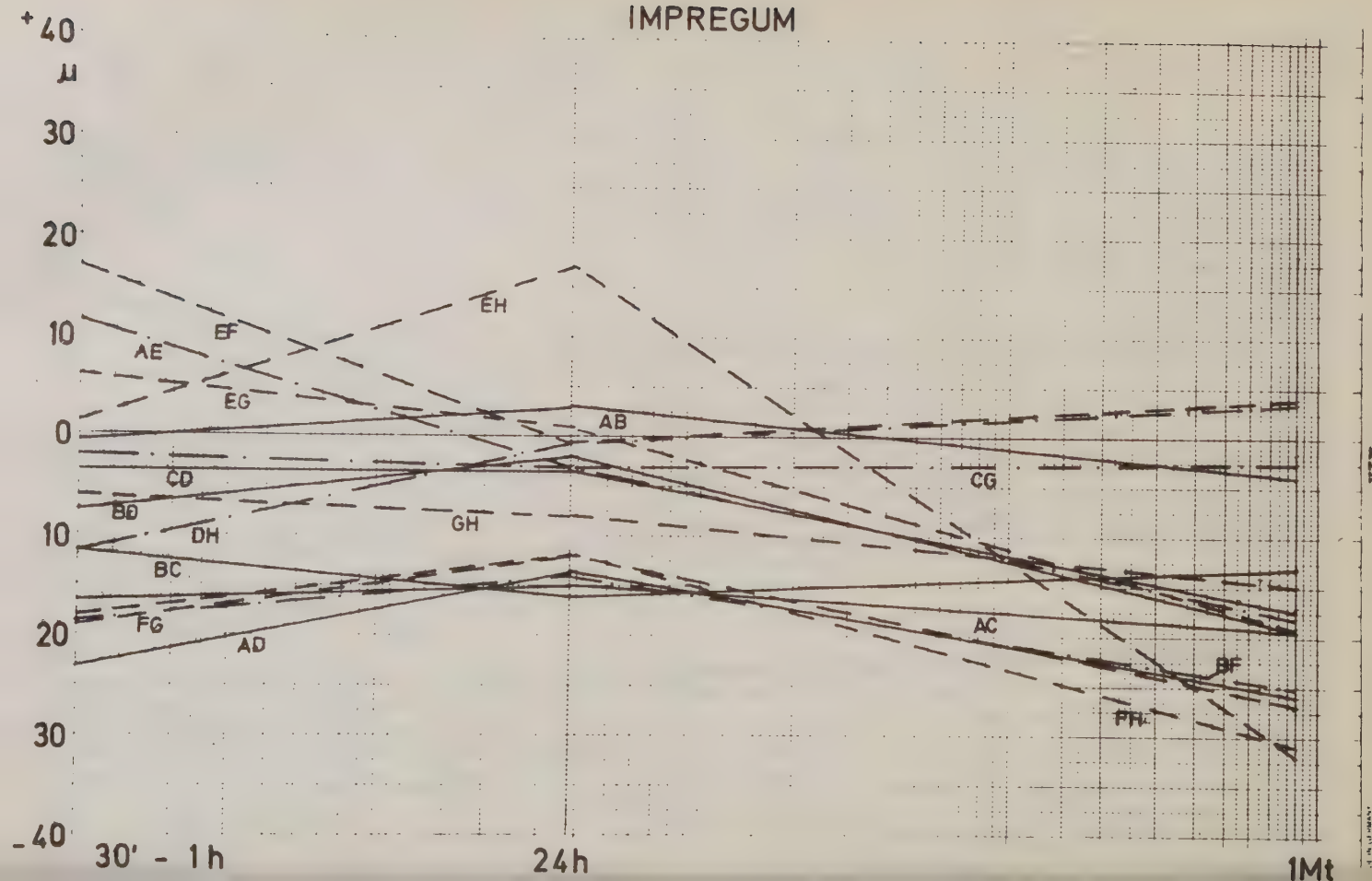

SILASOFT / SILAPLAST
+30
μ
20
10
0
10
20
30
40
-50
BF
GH
EF
BC
CD
AB
AE
DH
EG
CG
EH
FG
AC
FH
BD
AD
30' - 1h
24h
1Mt
XIX - XIV

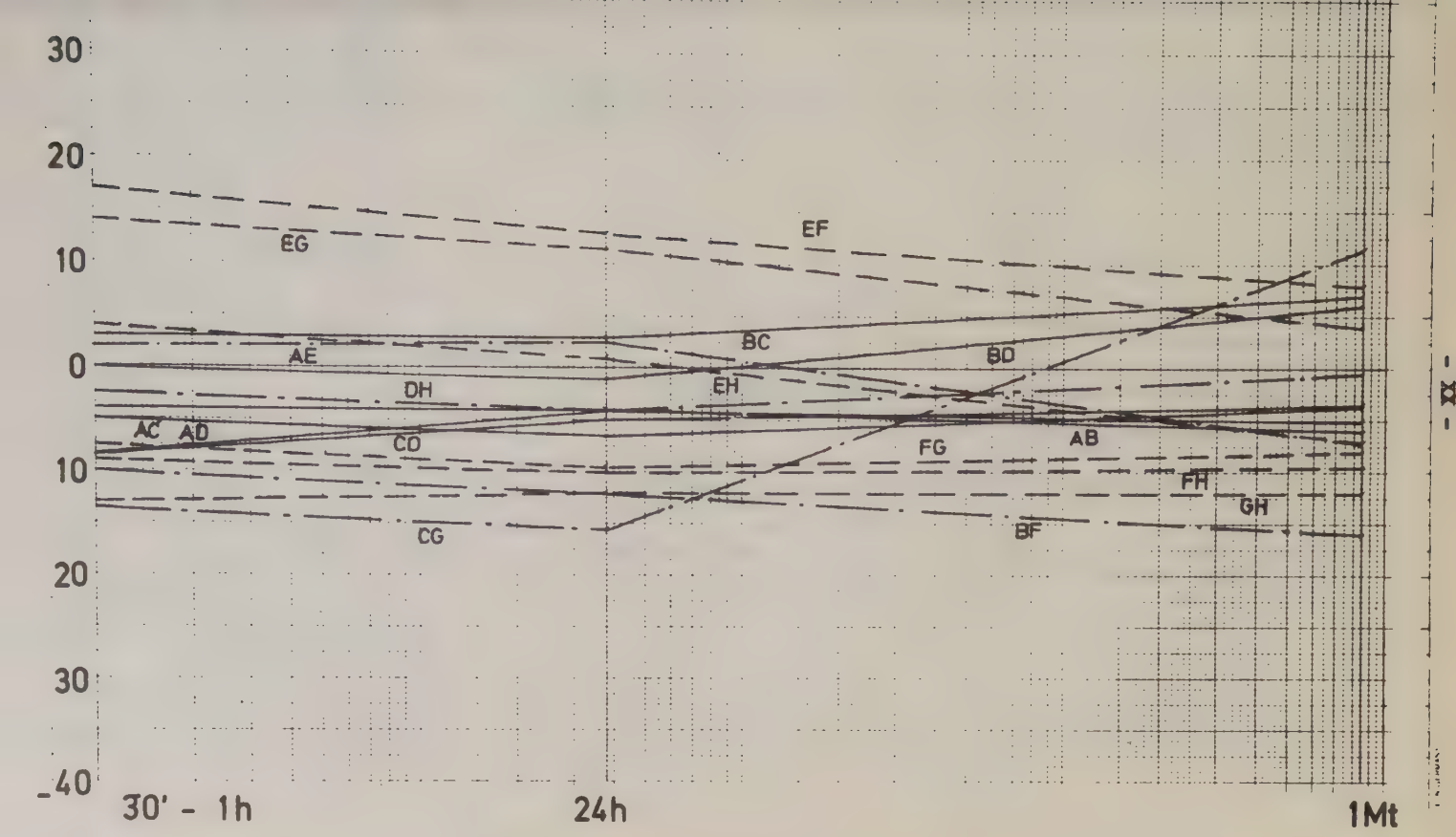

LASTIC-S / ZAFO-LASTIC
+
40
µ
30
20
10
0
10
20
30
40
-
EF
CG
AE
AC
DH
EG
BD
AD
BC
AB
EH
BF
GH
CD
FG
FH
30'
1h
24 h
1Mt

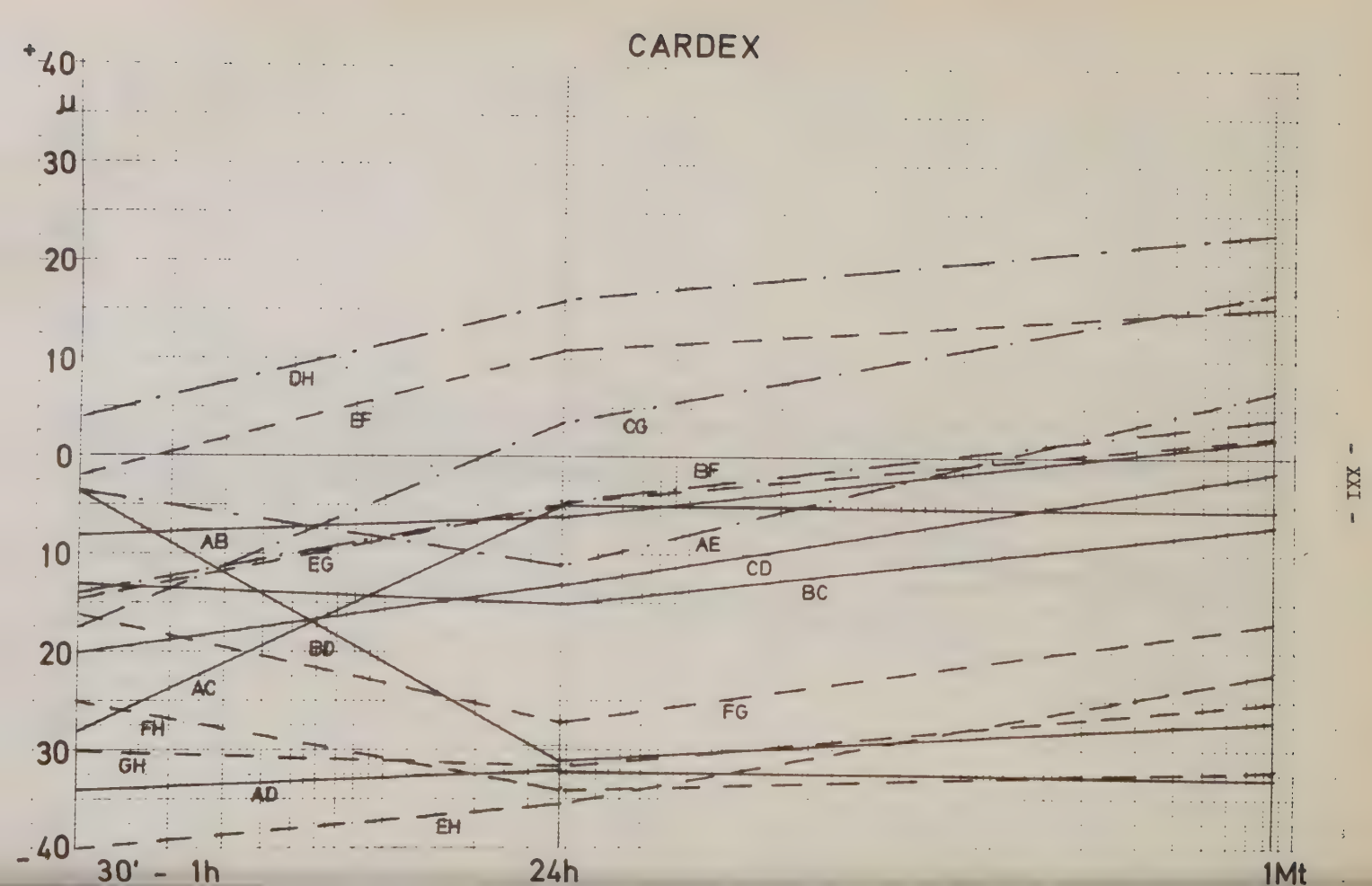

30
20
10
0
10
20
30
-40
AE
BD
BC
AD
AB
AC
CD
EF
FG
GH
DH
CG
BF
EG
FH
EH
30' - 1h
24h
1Mt

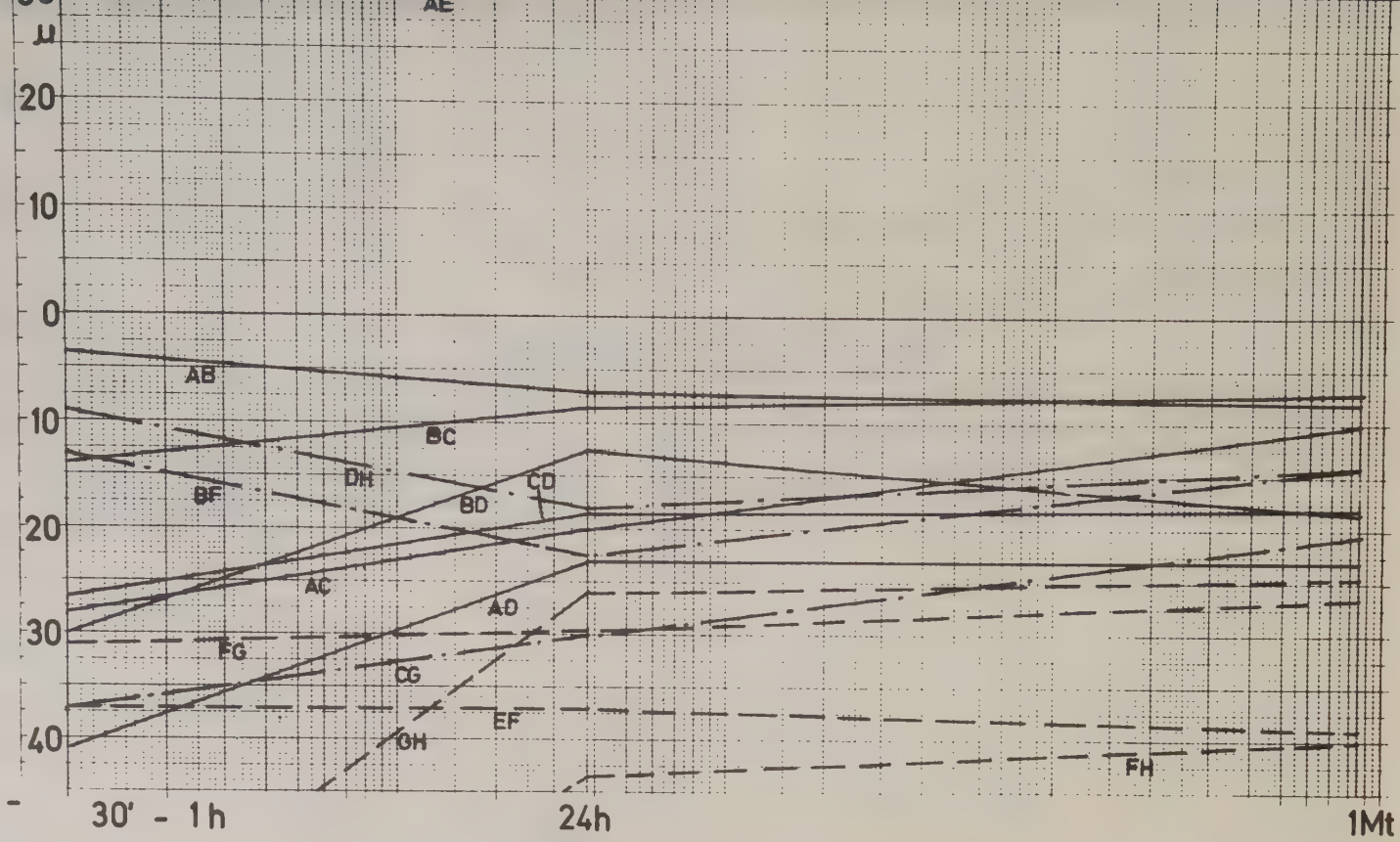

XANTOPREN
+40
μ
30
20
10
0
10
20
30
-40
AE
BD
BC
EF
AB
AD
EG
AC
CD
BF
FG
CG
FH
GH
EH
DH
30' — 1h
24h
1Mt

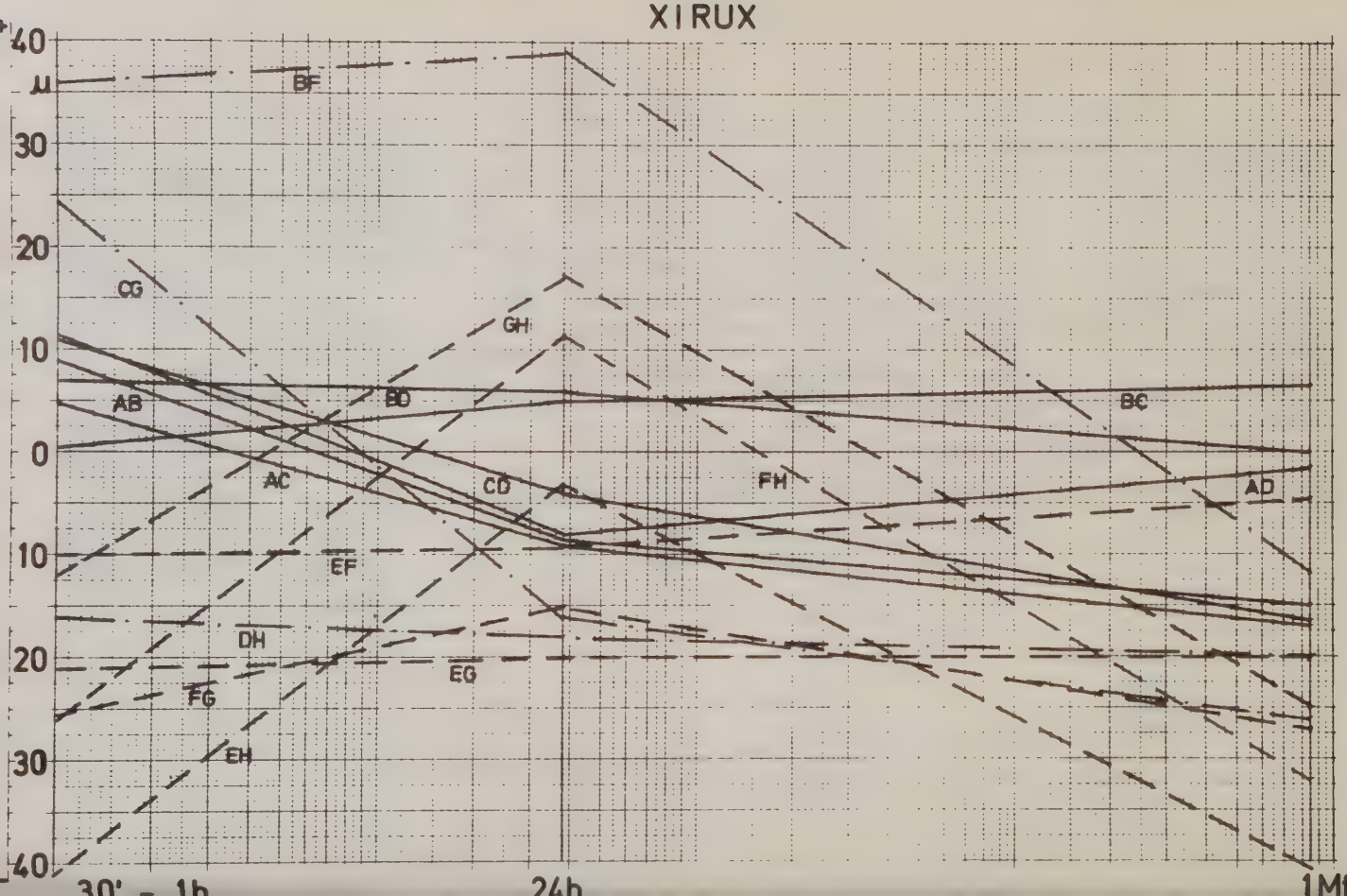

μ
10
0
10
20
30
40
50
60
EG
EF
AB
AC
FG
BC
EH
GH
FH
AD
BD
CD
BF
AE
CG
DH
30' - 1h
24h
1Mt

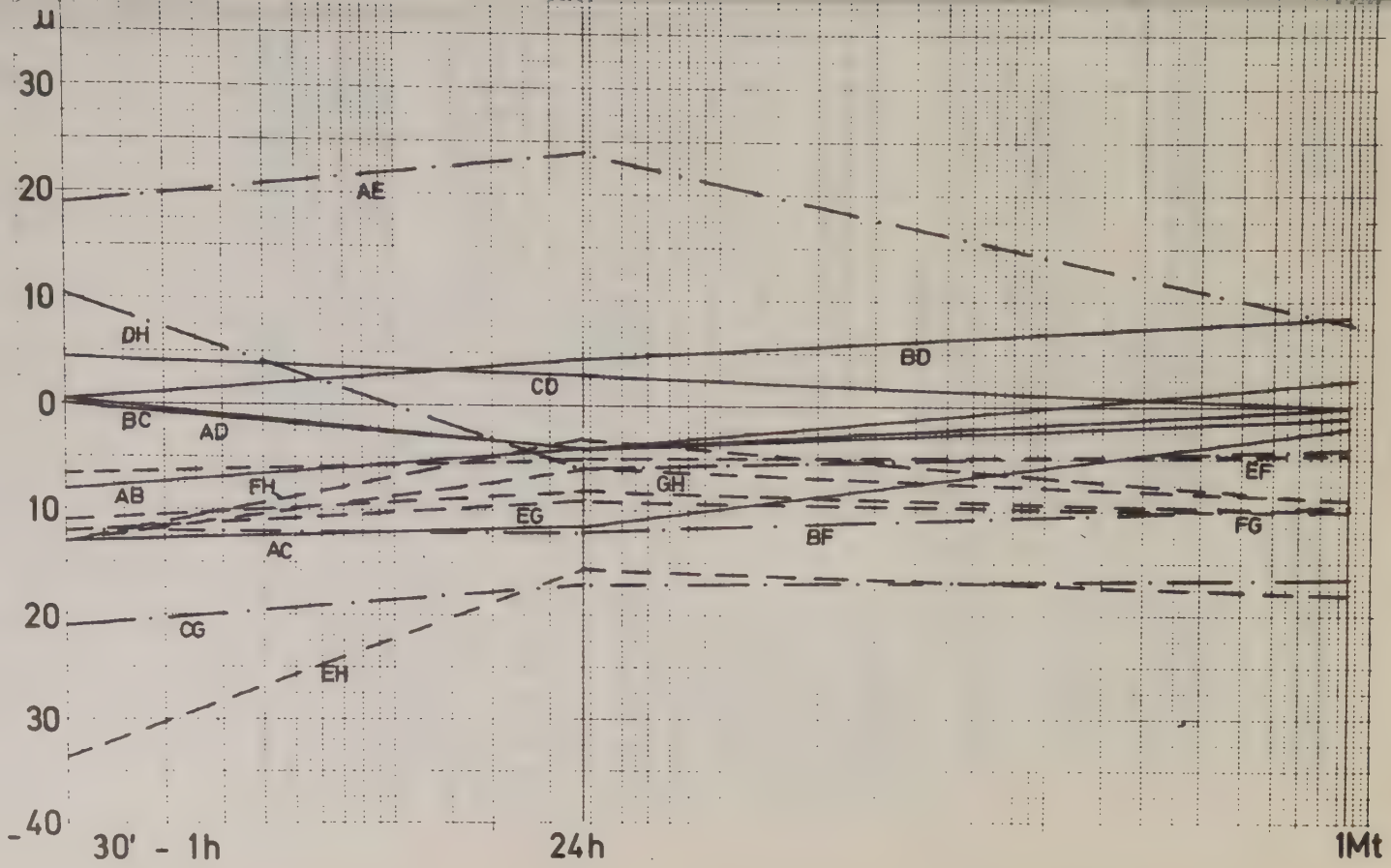

IMPREGUM
+40
μ
30
20
10
0
10
20
30
-40
EH
EF
AE
EG
AB
CD
BD
DH
GH
BC
FG
AD
CG
AC
BF
FH
30' - 1h
24h
1Mt


30
20
10
0
10
20
30
-40
EG
EF
AE
BC
BD
DH
EH
AC
AD
CD
FG
AB
FH
GH
CG
BF
30' - 1h
24h
1Mt


CARDEX
+40
μ
30
20
10
0
10
20
30
-40
DH
EF
CG
BF
AB
EG
AE
CD
BC
BD
AC
FG
FH
GH
AD
EH
30' - 1h
24h
1Mt


μ
20
10
0
10
20
30
40
AE
AB
BC
BF
DH
BD
CD
AC
AD
EG
CG
EF
GH
FH
30' - 1h
24h
1Mt


XIRUX
40
μ
30
20
10
0
10
20
30
40
BF
CG
GH
AB
BD
BC
AC
CD
FH
AD
EF
DH
EG
FG
EH
30' - 1h
24h
1 Mt


μ
30
20
10
0
10
20
30
40
AE
DH
BD
CD
BC
AD
AB
FH
GH
EF
EG
FG
AC
BF
CG
EH
30' - 1h
24h
1Mt

LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahrens, G., Naujoks, R., Vergleichende Untersuchungen an elastischen Abdruckmaterialien für die indirekte Inlaytechnik. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 16, 472 (1961)

2. Bachmann, J., Etude expérimentale comparative de la stabilité dimensionelle dans quatre groupes de matériaux à empreinte. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 75, 434 (1965)

3. Bergmann, H., Untersuchungen über neue Abdruckmaterialie für Kronen und Brücken. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 21, 944 (1966)

4. Effinger, A., Volumen-, Gewichts- und Elastizitätsverhalten zahnärztlicher Abdruckmassen auf Silikonbasis. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 13, 256 (1958)

5. Fuchs, P., Kobes, L., Untersuchungen zum Dimensionsverhalten silikonartiger elastischer Abformmassen. Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 21, 218ff. (1967)

6. Haacke, R., Wandelt, S., Untersuchungsergebnisse über die Verwendung von Lastic 55 für die indirekte Inlaytechnik. Zahnärztl. Rundschau. 68, 435ff. (1959)

7. Hau, D., Chemisches und physikalisches Verhalten von Silikonabdrücken (Silone) und Kunstharzmodellen (Ruwarex) im Verlauf der indirekten Arbeitsmethodik. Med. Diss. Berlin 1961

8. Hennicke, W., Grundsätze bei der Untersuchung zahnärztlicher Werkstoffe vom Gesichtspunkt der Werkstofforschung und der Alltagspraxis unter Berücksichtigung des Dimensionsverhaltens besonders der Abform- und Modellmassen. Zahnärztl. Rundschau. 69, 289 (1960)

9. Hofmann, M., Der Korrekturabdruck (ein neues Abdruckverfahren für festsitzenden Zahnersatz). Zahnärztl. Welt, Zahnärztl. Reform 66, 160ff. (1965)

10. Hofmann, M., Ludwig, P., Ueber das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturabdruckverfahren (1. Teil). Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 23, 551-557 (1963)

11. Houzar, J., Sindelka, Z., Gummi-Elastomere, ihre Eigenschaften und Verwendung. Dt. Stomatologie. 14, 131ff. (1964)

12. Ilg, V. K., Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicone-Abdruckmassen.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 13, 1377 (1958)
14, 405 (1959)
14, 527 (1959)
14, 651 (1959)
14, 772 (1959)
14, 895 (1959)
14, 1079 (1959)
14, 1649 (1959)
15, 427 (1960)
15, 1202 (1960)

13. Plathner, C. H., Richter, I., Indirekte Inlayherstellung im Frontzahngebiet mit Hilfe von gummielastischen Abdruckmassen. Dt. Stomatologie. 14, 345 (1964)

14. Reichhardt, R., Erfahrungen mit "Lastic" Abdruckmaterialien bei der indirekten Herstellung von Inlays. Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 14, 707ff. (1960)

15. Riethe, P., Ueber den Einfluss verschiedener Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffen auf die Passgenauigkeit von MOD-Gussfüllungen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 18, 1034 (1963)

16. Schwarzkopf, H., Der Impressionalabdruck. Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 14, 144ff. (1960)

17. Schwindling, R., Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von Siliconabdruckmassen. Stoma. 13, 121-127 (1960)

18. Schwindling, R., Die Abformung mit silikonhaltigen Abformmassen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 21, 930ff. (1966)

19. Stüben, J., Die Gussfüllung (Indikation und Technik des indirekten Herstellungsverfahrens). Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 15, 43ff. (1960)

20. Stüben, J., Hoppe, W. F., Ueber die Verwendung gummielastischer Materialien auf der indirekten Methode zur Herstellung von Gussfüllungen. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 16, 716 (1961)

21. Wupper, H., Ueber die Verwendung von Silikonabdruckmassen in der Partialprothetik. Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 20, 76 (1966)

Eingesehene, im Text nicht genannte Literatur:

22. Berger, R., Physikalische Eigenschaften von Abdruckmaterialien auf Silicone- und Kautschuk-Basis. Med. Diss. Zürich 1959

23. Ebersbach, W., Erfahrungen beim Modellguss mit neuentwickelten Materialien. Dt. Stomatologie. 15, 209ff. (1965)

24. Gerats, R., Dimensionsverhalten von nach einer Doppelabdruckmethode mit gummi-elastischen Abdruckmaterialien hergestellten Prüfkörpern. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 18, 724 (1963)

25. Henkel, G., Zur werkstattkundlichen Prüfung der Silikoneabdruckstoffe, Silone, Permaflexil und Lastic 55. Zahnärztl. Welt, Zahnärztl. Reform. 57, 176 (1956)

26. Ilg, V. K., Untersuchungen zur indirekten Technik. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 16, 1140 (1961)

27. Klemm, T., Vergleichende Untersuchungen über die elastischen Eigenschaften von Xirux und andern Siliconabdruckmitteln. Das Dtsch. Zahnärzteblatt. 19, 406 (1965)

28. Knoblauch, M., Erfahrungen mit der Doppelabdruckmethode (Korrekturabdruck). Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 21, 169f. (1966)

29. Ritze, H., Elastische Abdruckmaterialien für Kronen- und Brückenarbeiten. Zahnärztl. Welt, Zahnärztl. Reform. 66, 156 (1965)

30. Stüben, J., Vergleichende Untersuchungen an modernen, in der Odonto-Stomatologie verwendeten elastischen Abdruckmaterialien. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 73, 1012 (1963)

31. Will, R., Ein Beitrag zur rationellen indirekten Inlayherstellung unter Verwendung gummielastischer Abdruckmassen. Med. Diss. Frankfurt a. M. 1956
Auszug Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 13, 328ff. (1958)

Herrn Prof. Dr. med. dent. K. E i c h n e r
danke ich für die Ueberlassung des Themas
und seine freundliche Unterstützung

LEBENSLAUF

Ich wurde am 7. Juni 1936 in Luzern geboren und besuchte in Alpnach-Dorf/Kanton Obwalden (Schweiz) die Primarschule. Anschliessend absolvierte ich im Kollegium St. Fidelis in Stans das Gymnasium und bestand 1956 die Maturität Typus A. An der Universität Freiburg/Schweiz setzte ich meine Ausbildung fort. 1958 legte ich das erste propädeutische Examen ab und im Frühjahr 1961 das zweite an der Universität Basel. Die klinischen Semester setzte ich in Zürich fort und das Staatsexamen für Zahnärzte erfolgte daselbst im Frühjahr 1964.